

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar teori

2.1.1 Beton

Beton merupakan campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (SNI 03-2834-1993). Sedangkan menurut R. Sagel , P. Kole dan Gideon Kusuma, beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu batuan yang direkatkan oleh bahan-ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan di tambah dengan pasta semen.

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton langsung.

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), keunggulan dari penggunaan beton yaitu:

1. Ketersediaan (*availability*) material dasar :
 - a. Biaya pembuatan relatif lebih murah karena semua bahan mudah didapat. Bahan termahal adalah semen tetapi bisa diproduksi di Indonesia.
 - b. Pengangkutan/mobilisasi beton bisa dilakukan dengan mudah.
2. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*)
 - a. Pengangkutan bahan mudah, karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah.
 - b. Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, pondasi, jalan, landasan bandar udara, pipa, perlindungan dari radiasi, insulator panas. Beton ringan bisa dipakai untuk blok dan panel. Beton arsitektural bisa digunakan untuk keperluan dekoratif.
 - c. Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat.
3. Kemampuan beradaptasi

- a. Beton bersifat *mololit* sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
- b. Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (*shell*) maupun bentuk-bentuk kubus 3 dimensi.
- c. Beton dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar.
- d. Konsumsi energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bata.

4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal

Secara umum ketahanan (*durability*) beton cukup tinggi, lebih tahan karat, sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja, dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran

2.1.2 Klasifikasi Beton

Klasifikasi beton dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu berdasarkan berat jenis, kelas, mutu, tingkat kekerasan, teknik pembuatan, dan berdasarkan tegangan.

- a. Klasifikasi Berdasarkan Berat Jenis Beton (SNI 03-2834-2000)
 - Beton ringan : berat satuan $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
 - Beton normal : berat satuan $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
 - Beton berat : berat satuan $> 2.500 \text{ kg/m}^3$
- b. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Kekerasan Beton
 - Beton segar : Masih dapat dikerjakan
 - Beton hijau : Beton yang baru saja dituangkan dan segera harus dipadatkan.
 - Beton muda : 3 hari < 28 hari
 - Beton keras : Umur > 28 hari
- c. Klasifikasi Berdasarkan Mutu Beton

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	f_c' (Mpa)	σ_{bk}' (kg/cm ²)	Uraian
Mutu Tinggi	35 - 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, pekat beton, prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - < 35	K250 – < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar, beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 – < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti siklop, trotoar dan pemasangan batu kosong yang diisi adukan, pemasangan batu.
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja penimbunan kembali dengan beton.

(Sumber : Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 -2005)

d. Klasifikasi Berdasarkan Teknik Pembuatan Beton

- Beton *cast in-situ*, yaitu beton yang dicor di tempat, dengan cetakan atau acuan yang dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan gedung .
- Beton *pre-cast*, yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur.

e. Klasifikasi Berdasarkan Tegangan Beton (Beton Pra-tegang)

- Beton konvensional, adalah beton normal yang tidak mengalami pemberian tegangan.
- Beton pre-stressed, disebut juga metode pra-tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton belum dicor dan mengeras.
- Beton post-tensioned, disebut juga metode pasca tarik. Pemberian tegangan dilakukan ketika beton sudah mengeras.

2.1.3 Syarat-syarat Campuran Beton

Tujuan dari perencanaan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Kekuatan Desak : Kekuatan desak yang dicapai pada umur beton 28 hari harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana persyaratan menurut karakteristik umum beton yang direncanakan.
- b. *Workability* : Untuk memenuhi *workability* yang cukup guna pengangkutan, pencetakan dan pemadatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia dalam pengerjaan pembentukan beton yang diinginkan.
- c. *Durability* : Durabilitas atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak. Semakin besar kekuatan desak maka semakin awet betonnya.
- d. Penyelesaian akhir dari permukaan beton : Kohesi yang kurang baik merupakan salah satu sebab penyelesaian akhir yang kurang baik apabila beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna dapat juga mendatangkan kesukaran di dalam menambal bidang horizontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang harus padat.

2.2 Material Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Semen yang merupakan salah satu bahan dasar pembuatan beton tergolong ke dalam jenis semen hidrolis. Jenis semen hidrolis yang banyak digunakan hingga

saat ini adalah semen *portland*, menurut SNI 15-2049-2004, semen *portland* yaitu 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. Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

Menurut SNI 15-2049-2004 semen *Portland* dibedakan menjadi 5 jenis/tipe, yaitu :

- 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.

Semen akan bereaksi apabila dicampur dengan air, dan akan mulai membentuk pasta yang secara perlahan akan mengeras menjadi suatu massa yang padat. Proses ini disebut dengan istilah hidrasi semen. Waktu yang diperlukan untuk mencapai tahap ini disebut dengan waktu ikat semen. Waktu ikat dihitung sejak saat pertama kali air dicampurkan.

2.2.2 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk membentuk proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik 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 (ACI318-89:2-2).

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

- a. Sifat *workability* adukan beton.
- b. Besar kecilnya nilai susut beton.
- c. Kelangsungan reaksi dengan semen *portland* sehingga menghasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
- d. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

2.2.3 Agregat

Pada suatu campuran beton, agregat menempati 70 hingga 75% volume beton yang mengeras. Sisanya ditempati oleh pasta semen, air yang tersisa dari reaksi hidrasi serta rongga udara. Secara umum semakin padat susunan agregat dalam campuran beton, maka beton yang dihasilkan akan makin tahan lama dan ekonomis. Oleh karena itu, agar dapat dipadatkan dengan baik, maka ukuran agregat harus dipilih sedemikian rupa hingga memenuhi gradasi yang disarankan. (Agus Setiawan, 2016)

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40mm digunakan untuk

pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bendungan dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan krikil, split, batu pecah dan lainnya. (Tri Mulyono, 2005)

1. 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).

Syarat mutu menurut SK SNI S – 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 ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - Sisa di atas ayakan 4,8 mm, maks. 2 % dari berat
 - Sisa di atas ayakan 1,2 mm, maks.10 % dari berat
 - Sisa di atas ayakan 0,30 mm, maks. 15 % dari berat

g. Tidak boleh mengandung garam

Bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu beton yang dibuat. Agregat berbentuk bulat mempunyai rongga udara minimum 33% lebih kecil dari rongga udara yang dipunyai oleh agregat berbentuk lainnya. Dengan semakin berkurangnya rongga udara yang berbentuk, beton yang dihasilkan akan mempunyai rongga udara yang lebih sedikit.

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 satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya.

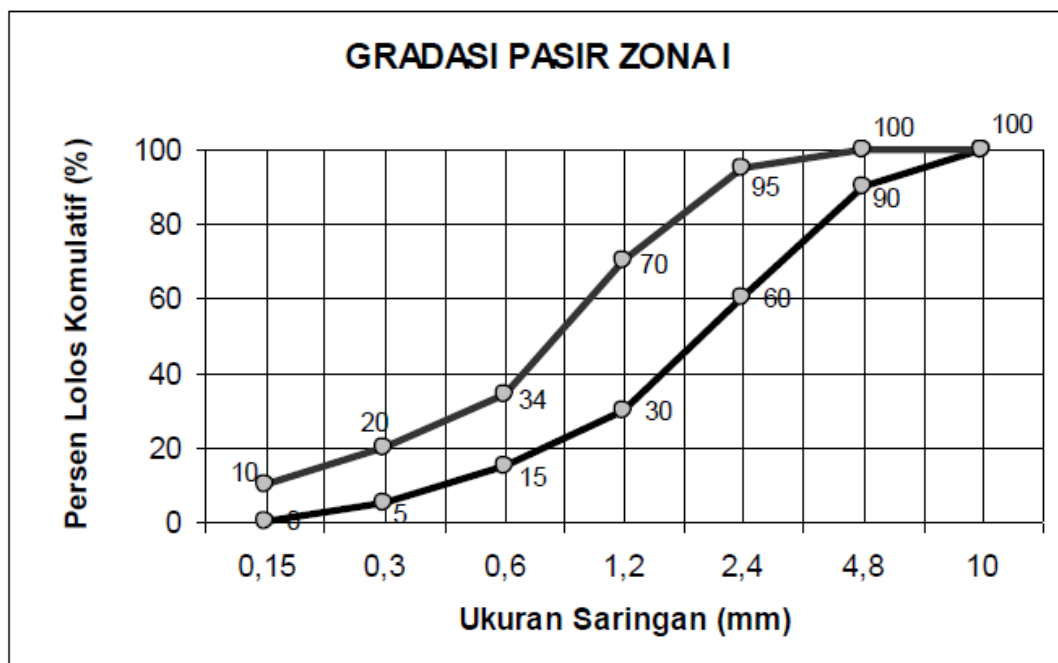
Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras. seperti terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus Menurut *British Standart* (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

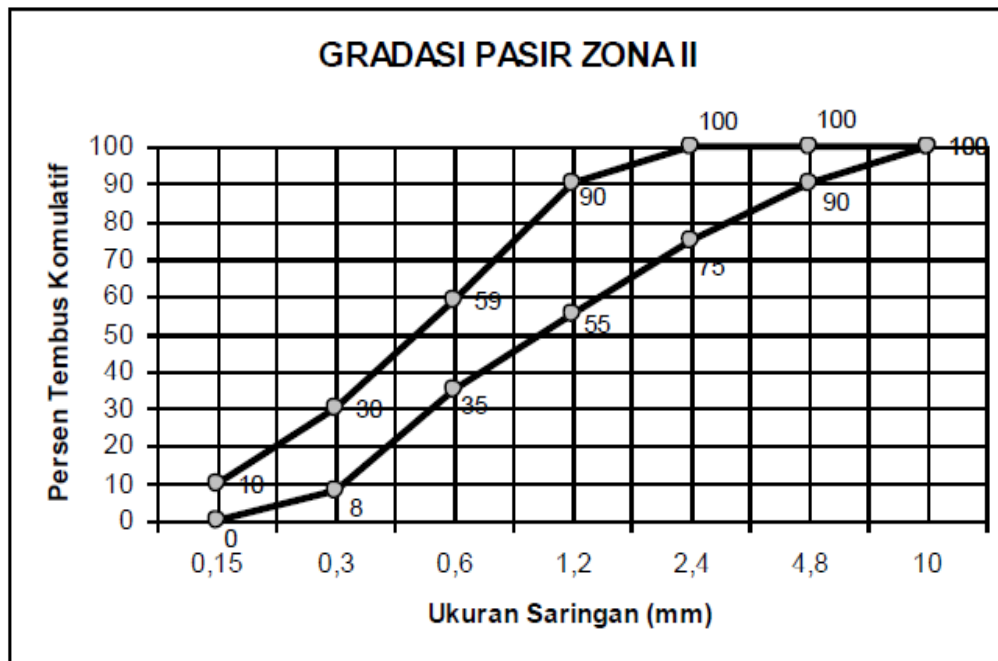
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

(Sumber : Tri Mulyono, 2005)



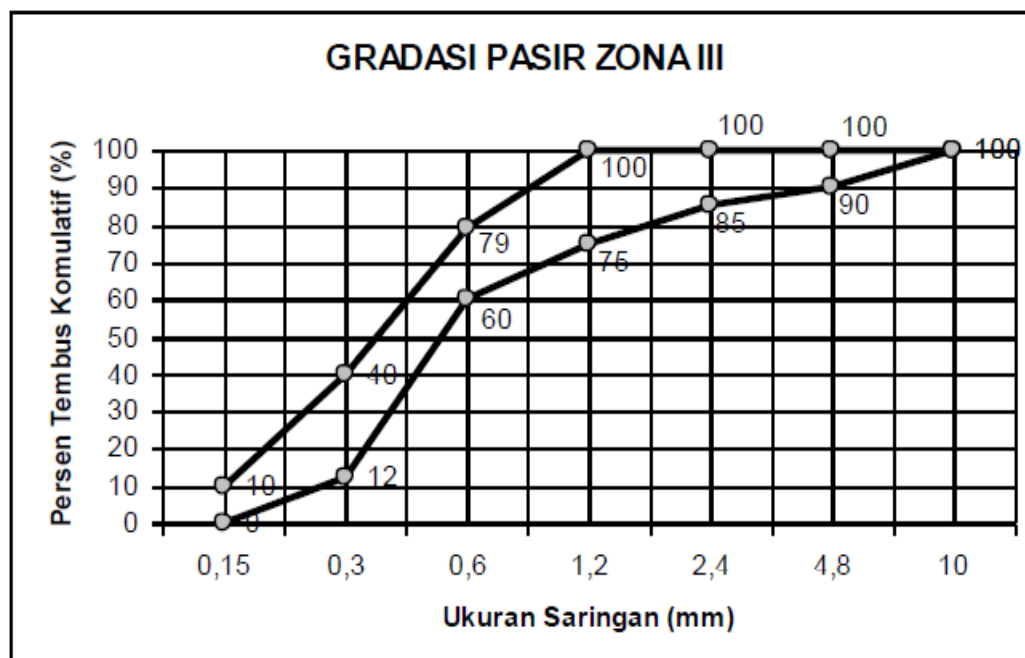
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

Gambar 2.1 Gradasi Pasir Zona I



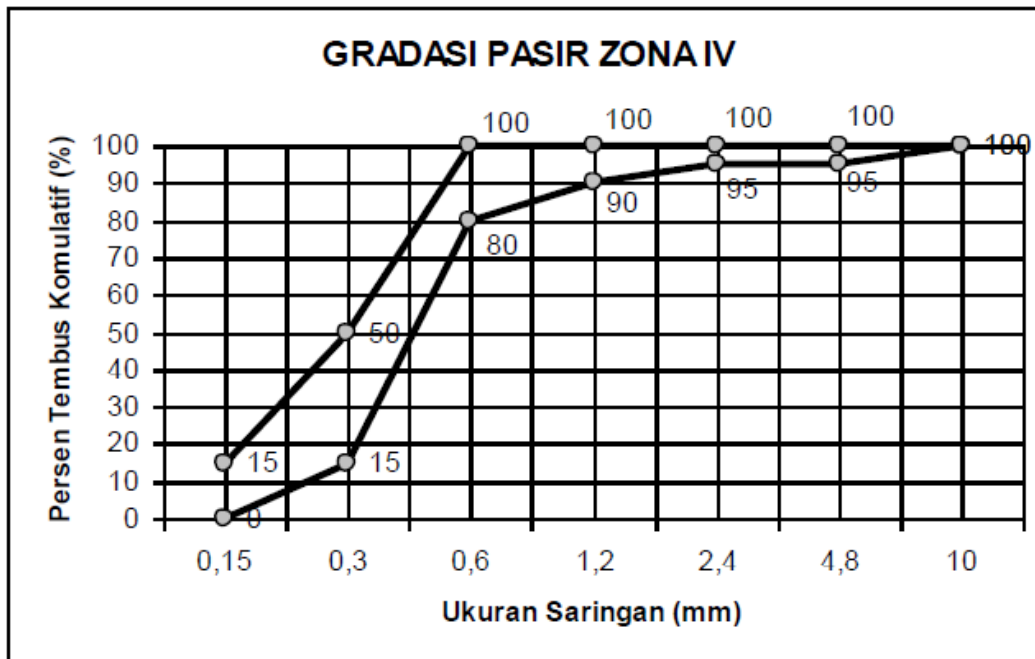
(Sumber : Tri Mulyono, 2005)

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

1. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 40 mm. Agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratanebagai berikut:

- a. Kerikil atau batu pecah harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta mempunyai sifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan). Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
- b. Tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali jika agregat kasar digunakan untuk membuat beton yang akan

mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung setara Natrium Oksida tidak lebih dari 0,6 %, atau dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaihan yang dapat membahayakan oleh karena reaksi alkali-agregat tersebut.

- c. Sifat kekal dari agregat kasar dapat diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut : 1) Jika dipakai natrium sulfat (Na_2SO_4), bagian yang hancur maksimum 12% berat agregat. 2) Jika dipakai magnesium sulfat (MgSO_4), bagian yang hancur maksimum 12% berat agregat.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton seperti bahan-bahan yang reaktif sekali dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan NaOH.

2.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah dalam beton dapat dibedakan menjadi dua (Mulyono, 2005) yaitu sebagai berikut :

a. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Pemberian bahan tambah ini bertujuan untuk memperbaiki kinerja beton. Contoh bahan tambah adalah abu terbang batu bara (*fly ash*), *slag* dan *slica fume*.

b. Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*)

Bahan tambah kimia bertujuan mengubah beberapa sifat beton. Adapun macam-macam bahan tambah kimia, yaitu :

1. Tipe A (*Water Reducing Admixture*)

Water reducing admixture adalah bahan yang mengurangi air percampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Tipe B (*Retarding Admixture*)

Retarding admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikat beton. Misalnya karena kondisi cuaca panas dimana tingkat kehilangan sifat pengerjaan beton sangat tinggi.

3. Tipe C (*Accelerating Admixture*)

Accelerating admixture adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.

4. Tipe D (*water reducing and retarding admixture*)

Water reducing and retarding admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air yang diperlukan campuran beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

5. Tipe E (*water reducing and accelerating admixture*)

Water reducing and accelerating admixture adalah bahan tambah yang berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

6. Tipe F (*water reducing high range admixture*)

Water reducing high range admixture adalah bahan tambah berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Bahan tambah ini adalah *superplasticizer*, Dosis yang disarankan adalah sekitar 1-2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kuat tekan beton.

7. Tipe G (*water reducing high range retarding admixture*)

Water reducing high range retarding admixture adalah bahan tambah berfungsi untuk mengurangi air pencampuran yang digunakan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. Jenis bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan penundaan waktu pengikatan.

2.3 Uji Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas (Tri Mulyono, 2005). Kekuatan tekan beton dapat mencapai 1000 kg/cm^2 atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Metode Pengujian Kuat Tekan Beton terdiri dari 2 bagian yaitu :

1. Metode pemeriksaan tanpa merusak (*Non Destructive Test*)

Metode pemeriksaan dengan cara tidak merusak adalah suatu metode pengujian terhadap konstruksi beton dengan tidak melakukan perusakan terhadap elemen struktur atau benda uji. Contohnya :

a. Palu Beton/ *Schmidt Hammer Test*

Schmidt hammer test merupakan metode pengujian kuat tekan beton yang bertujuan untuk memperkirakan nilai kuat tekan beton terpasang yang didasarkan pada kekerasan permukaan beton. *hammer test* merupakan alat yang ringan dan praktis dalam penggunaannya. Prinsip kerja *hammer test* adalah dengan memberikan beban tumbukan (*impact*) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan besaran energi tertentu. Tumbukan antara massa tersebut dengan permukaan beton akan dipantulkan kembali. Jarak pantulan massa yang terukur memberikan indikasi kekerasan permukaan beton. Kekerasan beton dapat memberikan indikasi kuat tekannya.

Secara umum alat ini biasa digunakan untuk:

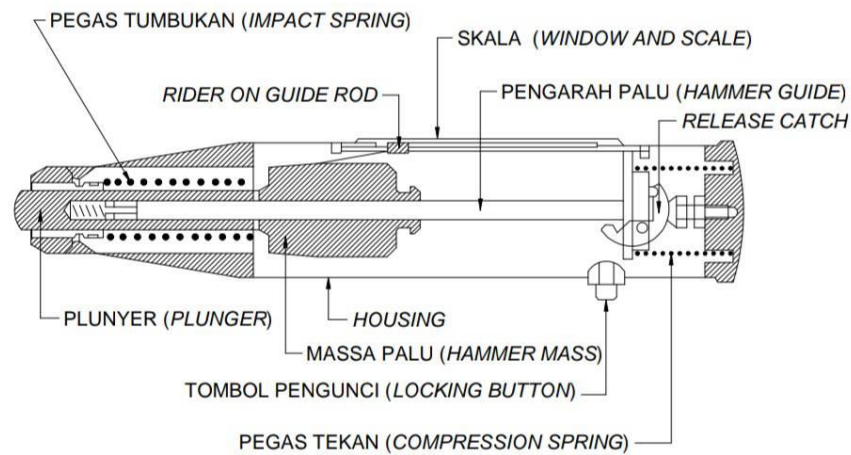
- a. Memeriksa keseragaman kualitas beton pada struktur.
- b. Mendapatkan perkiraan kuat tekan beton.

Kelebihan *hammer test*:

- Murah.
- Pengukuran bias dilakukan dengan cepat.
- Praktis (mudah digunakan).
- Tidak merusak.

Kekurangan *hammer test*:

- Hasil pengujian dipengaruhi oleh kerataan permukaan, kelembaban beton, sifat dan jenis agregat kasar, derajat karbonisasi dan umur beton. Oleh karena itu perlu diingat bahwa beton yang akan diuji harus dari jenis dan kondisi yang sama.
- Hanya memberikan informasi mengenai karakteristik beton pada permukaan.



Gambar 2.5 *Hammer Test*

Alat ini berguna untuk mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Pengujian menggunakan alat ini sangat cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang relatif singkat. Alat ini sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton, misalnya keberadaan partikel batu pada bagian-bagian tertentu dekat permukaan. Oleh karena itu, diperlukan pengambilan beberapa kali pengukuran disekitar setiap lokasi pengukuran. Secara umum alat ini bisa digunakan untuk memeriksa keseragaman kualitas beton pada struktur dan mendapatkan perkiraan kuat tekan beton.

b. *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)*

Ultrasonic Pulse Velocity Test, UPVT adalah suatu uji (*non destructive test*) untuk mengidentifikasi mutu integritas beton dengan pendekatan rambatan gelombang ultrasonic. Pengujian dengan UPVT dapat dilakukan guna mengetahui kerapatan dari struktur beton dan juga menguji tingkat keretakan dari struktur beton yang cacat konstruksi untuk ditindak lanjuti guna dilakukan penanganan konstruksi. Berikut ini metode pengujian UPVT.

2. Metode pemeriksaan dengan merusak (*Destructive Test*)

Pemeriksaan dengan cara merusak adalah suatu pengujian terhadap konstruksi beton dengan melakukan perusakan terhadap elemen struktur atau benda uji.

a. Mesin Uji Kuat Tekan / *Compression Testing Machine*

Kuat tekan merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder atau kubus sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan - tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan N (Tri Mulyono, 2005).

Selain dipengaruhi oleh perbandingan air-semen dan kepadatannya, kuat hancur dipengaruhi oleh faktor lainnya, yaitu :

- Jenis semen dan kualitasnya mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton
- Tekstur permukaan agregat.
- Efisiensi dan perawatan (*curing*). Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi apabila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang penting pada pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji
- Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu.

- Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah seiring dengan dengan umurnya/mm² atau MPa.

b. Beton Inti / *Core Drill*

Berdasarkan SNI 03-3404-1994 pengujian kuat tekan beton inti / *core drill* adalah untuk mendapatkan nilai estimasi kuat tekan beton pada struktur yang sudah dilaksanakan. Persyaratan pengujian berdasarkan SNI 03-3404-1994 yaitu: Jumlah benda Uji tidak boleh kurang dari 3 buah; peralatan yang dipakai harus telah dikalibrasi dengan ketentuan yang berlaku; Penanggung jawab pengujian kuat tekan beton inti disyaratkan harus ahli dalam bidang pengujian beton; serta hasil pengujian harus disahkan oleh petugas yang ditunjuk sebagai penanggung jawab pengujian. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil *sample* beton yang menggunakan alat *Core Drill* kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton inti.

Metode Pengujian Kuat Tekan Beton yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan Mesin Uji Kuat Tekan Beton / *Compression Testing Machine (Destructive Test)* dan Palu Beton / *Schmidt Hammer Test (Non Destructive Test)*. Pengujian Mesin Uji Kuat Tekan Beton dilakukan di laboratorium dengan menguji 36 sampel benda uji silinder untuk melihat capaian nilai kuat tekannya dan Pengujian *Schmidt Hammer Test* dilakukan di lapangan untuk mengetahui kuat tekan beton keras dengan cepat dan praktis serta tidak merusak.

Didalam SNI-03-4803-1998 Metode Angka Pantul Beton Yang Sudah Mengeras disebutkan, metode ini tidak dimaksudkan sebagai alternatif untuk menetapkan kekuatan beton. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, sni-03-4803-1998 hammer test harus dikorelasikan dengan uji core drill test pengeboran.

2.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. FAS yang tinggi dapat menyebabkan beton yang

dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah FAS kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2005).

2.5 *Slump*

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

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
2. Kelekatan adukan pasta semen (*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).

1. Berdasarkan PBI 1971 N.I-2

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

- a. Kerucut Abrams : Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka dengan ukuran :
 - Diameter atas 10 cm

- Diameter bawah 20 cm
 - Tinggi 30 cm
 - b. Batang besi penusuk, berukuran :
 - Diameter 16 mm
 - Panjang 60 cm
 - Ujung dibulatkan
 - c. Alas : rata, tidak menyerap air
2. Berdasarkan 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

Alas : datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku

2.6 Perawatan

Perawatan diartikan semua kegiatan yang bertujuan agar struktur tetap memenuhi atau mempunyai keadaan yang baik. *Curing* atau perawatan merupakan perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton, segera setelah proses finishing beton selesai. Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton

akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat (PB, 1989:29).