

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Kata beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu. Dalam bahasa Jepang digunakan kata kotau-zai, yang arti harfiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan. (Teknologi Beton, 2007)

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Sifat –sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja dari beton-beton tersebut berdampak pada kekuatan yang diinginkan, kemudahan dalam pengerjaannya dan keawetannya dalam jangka waktu tertentu. Beton yang baik ialah beton yang kuat, tahan lama/awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil).

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1994).

Sebagai bahan konstruksi, beton mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan beton adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan (*availability*) material dasar.
2. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*).
3. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*).
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal.

Sedangkan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m^3
2. Lemah terhadap kuat tarik, meskipun kuat tekannya besar.

3. Beton cenderung untuk retak
4. Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan dilapangan.
5. Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis.

2.1.1 Kinerja dan Mutu Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton yang dibuat. Sehingga dalam penggunaannya dapat disesuaikan dengan bangunan ataupun konstruksi yang akan dibangun untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan dibutuhkan.

Menurut PBI' 71 beton dibagi dalam kelas dan mutu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

| Kelas Beton | Mutu Beton | Kekuatan Tekan Minimum kgf/cm ² | Tujuan Pemakaian Beton |
|-------------|----------------|--|--|
| I | Bo | 50-80 | Non-Struktual |
| | B ₁ | 100 | Rumah Tinggal |
| II | K125 | 125 | Perumahan |
| | K175 | 175 | Perumahan |
| | K225 | 225 | Perumahan dan Bendungan |
| III | K>225 | >225 | Jembatan, Bangunan tinggi, Terowongan kereta api |

(Sumber : Peraturan Beton Indonesia 1971)

Tabel 2.2 Mutu Beton dan Penggunaannya

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

(Sumber : SNI 03-6468-2000)

2.1.2 Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Workability merupakan ukuran dari tingkat kemudahan atau kesulitan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan.

Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* yaitu :

1. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air yang dipakai makin mudah beton segar itu dikerjakan (namun jumlahnya tetap diperhatikan agar tidak terjadi segregasi) .

2. Kandungan semen

Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s (faktor air semen) tetap.

3. Gradasi campuran pasir dan kerikil

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

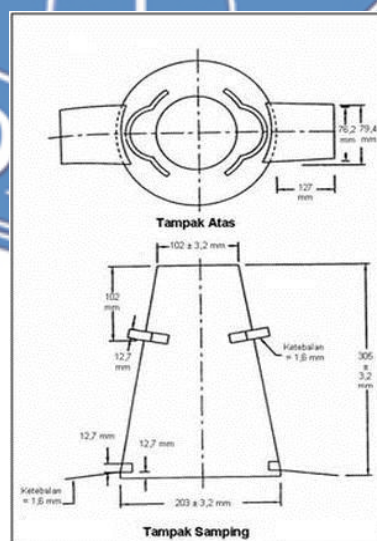
4. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

5. Cara pemadatan dan alat pemadat.

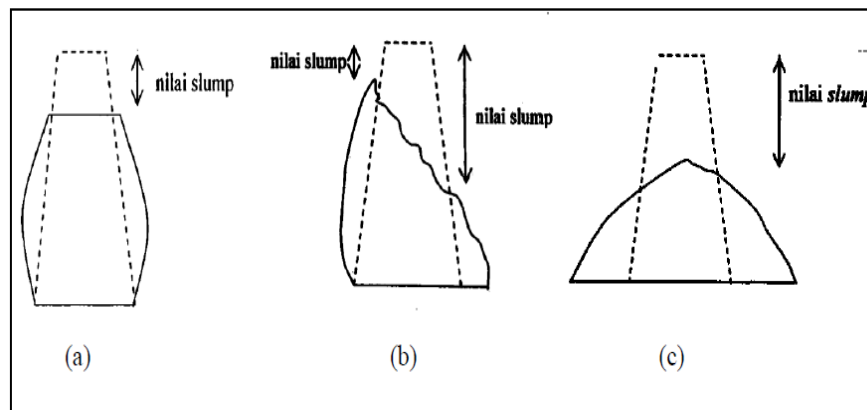
Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Konsistensi/kelecakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang didasarkan pada ASTM C 143-74. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm (disebut sebagai kerucut Abrams), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerucut Abrams

Ada tiga jenis *slump* yaitu *slump* sejati (*slump* sesungguhnya), *slump* geser dan *slump* runtuh, seperti yang ditunjukkan Gambar 1.2. *Slump* sesungguhnya, merupakan penurunan umum dan seragam tanpa adukan beton yang pecah, pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncak kerucut adukan beton tergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring, pengambilan nilai *slump* geser ada dua cara yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut. *Slump* runtuh, terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya



Gambar 2.2 (a) slump sebenarnya, (b) slump geser, (c) slump runtuh

2.1.3 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (curing), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi

kekuatan tekan beton. Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

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

Dengan :

$f_{c'}$: kekuatan tekan (kg/cm^2)

P : beban tekan (kg)

A : luas permukaan benda uji (cm^2)

Standar deviasi dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{\sqrt{\sum(\sigma'_{b} - \sigma'_{bm})^2}}{N - 1}$$

Dengan:

S : deviasi standar (kg/cm^2)

σ'_{b} : Kekuatan masing – masing benda uji (kg/cm^2)

σ'_{bm} : Kekuatan Beton rata –rata (kg/cm^2)

N :Jumlah Total Benda Uji hasil pemeriksaan

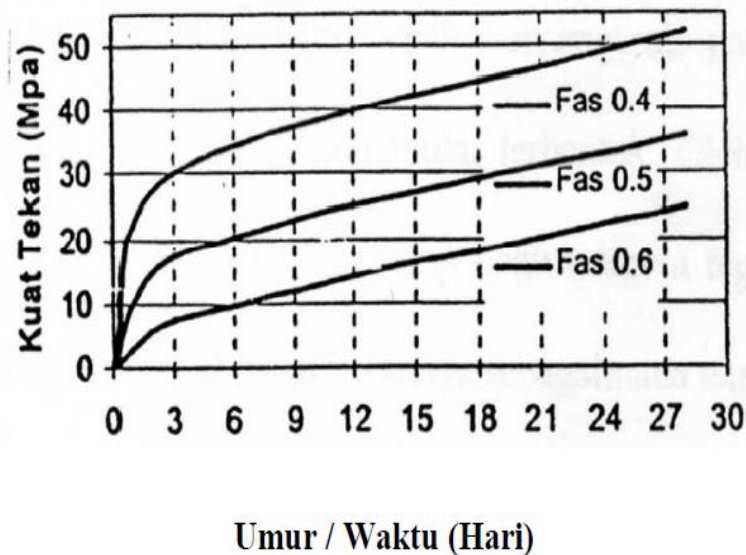
Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu :

a. Faktor air semen dan kepadatan

Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit

dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu (optimum) yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan adukan beton dapat dilakukan dengan cara pemadatan dengan alat getar (*vibrator*) atau dengan memberi bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat mengencerkan adukan beton sehingga lebih mudah dipadatkan.



Gambar 2.3 Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton selama masa perkembangannya

(Sumber : Tri Mulyono 2003)

b. Umur beton

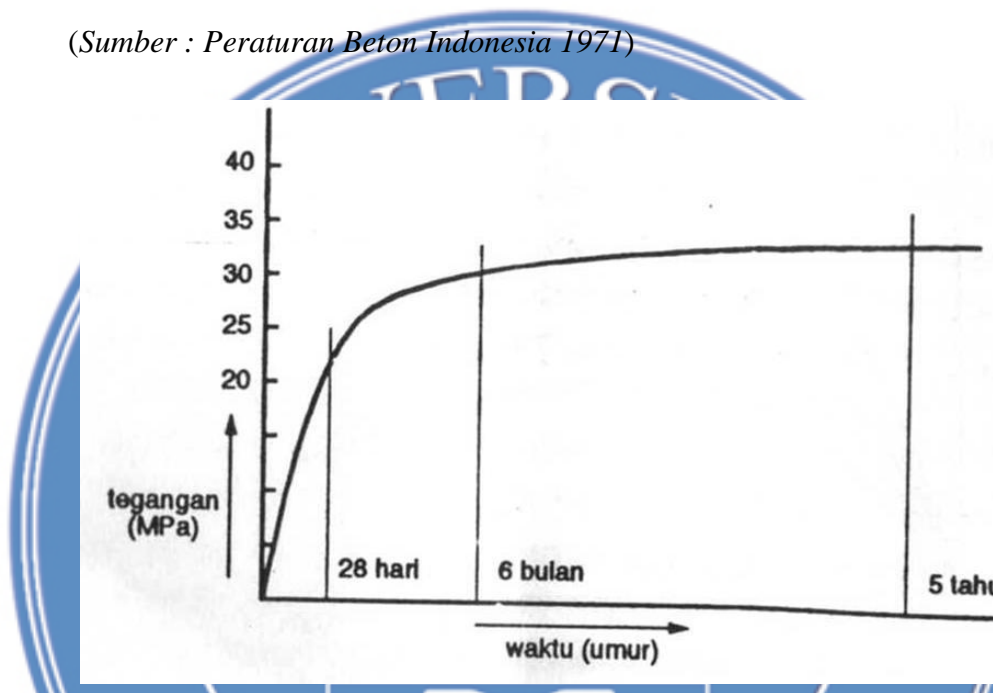
Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linear) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya tidak terlalu signifikan (Gambar 2.4). Umumnya pada

umur 7 hari kuat tekan mencapai 65% dan pada umur 14 hari mencapai 88% - 90% dari kuat tekan umur 28 hari.

Tabel 2.3 Perkiraan Kuat tekan beton pada berbagai umur

| Umur beton (hari) | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 | 90 | 365 |
|-------------------|------|------|------|------|----|----|-----|
| PC Type 1 | 0,44 | 0,65 | 0,88 | 0,95 | 1 | - | - |

(Sumber : Peraturan Beton Indonesia 1971)



Gambar 2.4 Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton

(Sumber : Istimawan, 1999)

c. Jenis semen

Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif. Jenis Portland semen yang digunakan ada 5 jenis yaitu : I, II, III, IV, V.

d. Jumlah semen

Jika faktor air semen sama (*slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit

dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jika nilai slump sama (fas berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi.

e. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus pada kerikil dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu kekasaran permukaan ini berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan-regangan tekan dan terhadap kekuatan betonnya. Akan tetapi bila adukan beton nilai *slump* nya sama besar, pengaruh tersebut tidak tampak karena agregat yang permukaannya halus memerlukan air lebih sedikit, berarti fas nya rendah yang menghasilkan kuat tekan beton lebih tinggi.

Pada pemakaian ukuran butir agregat lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit, berarti pori-pori betonnya juga sedikit sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Tetapi daya lekat antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat sehingga kuat tekan betonnya menjadi rendah. Oleh karena itu pada beton kuat tekan tinggi dianjurkan memakai agregat dengan ukuran besar butir maksimum 20mm.

2.2. Bahan Penyusun Beton

2.2.1 Semen

Arti kata semen adalah bahan yang memiliki sifat adhesi maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Menurut Standar Industri Indonesia , SII 0013-

1981, definisi semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum.

Ada dua macam semen, yaitu semen hidraulis dan semen non-hidraulis. Semen non-hidraulis adalah semen yang dapat mengeras tetapi tidak stabil dalam air. Semen hidraulis adalah semen yang akan mengeras bisa bereaksi dengan air, tahan terhadap air (water resistance) dan stabil di dalam air setelah mengeras.

Bahan dasar/bahan utama dari pembuatan semen portland adalah:

- Kapur (CaO) : 60% - 65%
- Silika (SiO₂) : 20% - 25%
- Oksida besi dan alumina (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) : 7% - 12%

Sedangkan empat senyawa kimia yang utama dari semen portland adalah :

Tabel 2.4 Empat senyawa utama dari semen portland

| Nama Oksida Utama | Rumus Empiris | Rumus Oksida | Notasi Pendek | Kadar rata-rata (%) |
|----------------------------|--|---|---------------|---------------------|
| Trikalsium Silikat | Ca ₃ SiO ₅ | 3CaO.SiO ₂ | C3S | 50 |
| Dikalsium Silikat | Ca ₂ SiO ₄ | 2CaO.SiO ₂ | C2S | 25 |
| Trikalsium Aluminat | Ca ₃ Al ₂ O ₆ | 3CaO.Al ₂ O ₃ | C3A | 12 |
| Tetrakalsium Aluminoferrit | 2Ca ₂ AlFeO ₅ | 4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃ | C4AF | 8 |

(Sumber : Paul Nugraha, Antoni 2007)

Menurut ASTM (American Standard for Testing Material) menentukan komposisi semen berbagai tipe, yaitu:

- a. Tipe I adalah semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
- b. Tipe II adalah semen portland modifikasi, adalah tipe yang sifatnya setengah tipe IV dan setengah tipe V (moderat). Belakangan lenih banyak diproduksi sebagai pengganti tipe IV.
- c. Tipe III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu. Semua jenis ini umum dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.
- d. Tipe IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum.
- e. Tipe V adalah semen portland than sulfat, yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas. Umumnya dipakai di daerah di mana tanah atau airnya memiliki kandungan sulfat yang tinggi.

2.2.2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum agregat dapat

dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. Ukurannya bervariasi antara ukuran No. 4 – No. 100 atau dengan kata lain agregat halus adalah batuan yang ukuran butirnya lebih kecil dari 4.75 mm (Standar ASTM).

Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

1) Susunan Butiran (Gradasi)

Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi. Adapun batasan gradasi menurut ASTM adalah:

Tabel 2.5 Batasan gradasi untuk agregat halus

| Ukuran Saringan ASTM | Persentase berat yang lolos pada tiap saringan |
|-----------------------------|---|
| 9.5 mm (3/8 in) | 100 |
| 4.76 mm (No. 4) | 95 – 100 |
| 2.36 mm (No.8) | 80 – 100 |
| 1.19 mm (No.16) | 50 – 85 |
| 0.595 mm (No.30) | 25 – 60 |
| 0.300 mm (No.50) | 10 – 30 |
| 0.150 mm (No.100) | 2 – 10 |

- 2) Kadar Lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5 % (ternadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 5 % maka agregat harus dicuci.
- 3) Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organic yang akan merugikan beton, atau kadar organic jika diuji di laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan Abrams – Harder dengan batas standarnya pada acuan No 3.
- 4) Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaiian yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinya tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaiian.

- 5) Sifat kekal (keawetan) diuji dengan larutan garam sulfat :
- Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
 - Jika dipakai Magnesium – Sulfat, bagian yang hancur maksimum 15 %.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya, agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.75 mm (Standar ASTM). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek – efek perusak lainnya. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan – bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. Jenis agregat kasar yang umum adalah :

1. Batu pecah alami : bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali, yang berasal dari gunung api.
2. Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan : terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain

seperti dari blast – furnace dan lain-lain.

4. Agregat untuk pelindung nuklir dan bebobot berat

Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom yang sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi sinar X, sinar Gamma, dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat yang diklasifikasikan disini misalnya baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

2.2.3. Air

Jarang sekali kita menaruh perhatian terhadap mutu air yang akan digunakan untuk campuran beton. Biasanya air campuran beton dianggap cukup baik, bilamana air itu dapat diminum. Air minum yang bebas dari bahab-bahan kimia atau bahan-bahan lain yang dapat merugikan beton.

Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan meliputi kegunaannya dalam pembuatan dan perawatan beton. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut PUBI 1982, adalah sebagai berikut:

- a. Air harus bersih

- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual dan tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/l.
- c. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam,zat organik dan sebagainya).

Air digunakan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penguatan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan.

Air yang diperlukan dipengaruhi oleh faktor-faktro dibawah ini:

- 1) Ukuran agregat maksimum : diameter membesar → kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- 2) Bentuk butir : bentuk bulat → kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air)
- 3) Gradasi agregat : gradasi baik → kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- 4) Kotoran dalam agregat : Makin banyak slit, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- 5) Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : Agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun.

2.3. Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Berdasarkan ACI (American

Concrete Insitute), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

2.3.1 Damdex

Damdex adalah bahan pencampur semen (additive) yang menghasilkan pelapis, perekat, dan penambal tahan air dengan sifat-sifat unggul sehingga mampu melindungi bangunan dengan efisien dan efektif.

Damdex adalah cairan yang berwarna kecoklatan yang berfungsi sebagai bahan aditif dalam campuran mortar atau portland cement (cement base). *Damdex* yang dicampur dengan mortar/semen akan meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas dan kuat tekan beton, meningkatkan kuat lekat campuran mortar/semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar/semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet. Dengan campuran air yang encer maka campuran akan mudah masuk kedalam rongga-rongga retakan bangunan.

Damdex tersedia dalam 4 ukuran:



Gambar 2.5 Ukuran Damdex

a. Kualitas Spesial Damdex

1. Anti bocor dan mampu menahan resapan air

Damdex bahkan dapat digunakan untuk melapis kolam agar tidak bocor ataupun merembes. Lihat bagaimana saringan air yang dilapis *damdex* dapat menahan air dengan sempurna.



Gambar 2.6 saringan air yang dilapis *damdex* dapat menahan air dengan sempurna

- Melindungi cat di dinding dari kerusakan karena lembab.
- Melindungi tulangan besi dalam beton dari karat.
- Mencegah arus listrik mengalir akibat rembesan.

2. Tahan panas dan cuaca

Karena dicampur semen, lapisan waterproof *damdex* kuat, tahan panas dan bahkan tahan bakar – tidak mudah rusak oleh sinar matahari atau tekanan air hujan.



Gambar 2.7 Percobaan *damdex* dari tahan panas matahari dan tekanan air

3. Cepat kering dan mengeras dengan sempurna

Damdex membuat campuran semen menjadi jauh lebih cepat kering dan mengeras dengan sempurna.

- Pada lapisan anti air, bisa mengering 3 kali lebih cepat.
- Pada campuran beton, bisa mengering lebih cepat.
- Dapat menutup lubang kebocoran air dalam kurang dari semenit.

4. Dapat merekat dalam kondisi basah dan didalam air

Damdex memang bekerja pada kondisi basah dan mempunyai kemampuan rekat yang tinggi.

- Bisa merekat keramik lantai di bawah air (sehingga tidak perlu menguras).
- Mampu menambal kebocoran air yang masih mengalir.
- Bisa segera digunakan di musim hujan.



Gambar 2.8 *Damdex* bisa merekat keramik lantai dibawah air dan bisa menambal kebocoran

5. Kuat dan keras

Semua hasil semen menjadi lebih kuat dan keras jika dicampur *damdex*.

- Plesteran semen menjadi tiga kali lebih kuat.

- Grouting nat keramik lebih tahan gores dan warna tidak cepat berubah.

6. *Damdex* Multifungsi

Campuran *damdex* dengan semen dapat disesuaikan bentuknya untuk memenuhi berbagai kebutuhan.

- Campuran cair dapat melapis dan meresap ke dalam retakan.
- Campuran kental dapat merekat keramik dengan kuat.
- Campuran padat dapat menambal lubang ataupun membuat beton tahan air.

7. Jauh lebih hemat

- Karena dicampur semen, dapat melapis tiga kali lebih luas dari pelapis waterproof biasa.
- Karena kering lebih cepat, pengerjaan lebih cepat dan hemat waktu.
- Karena lebih kuat dan tahan lama, mengurangi biaya perbaikan dalam jangka panjang.

Menggunakan *damdex* memastikan bangunan tahan air, kuat, serta hemat waktu dan hemat biaya.

b. Kegunaan *damdex*

1. Cat pelapis anti air (*waterproofing*)

Untuk pekerjaan anti bocor pada atap, lantai, atau dinding (permukaan semen/ beton asbes/ keramik).

2. Plesteran dan pemasangan bata yang anti bocor (*waterproofing*).

Untuk mengerjakan plesteran dan pemasangan batu bata/ batako/ bata ringan yang bersifat anti bocor.

3. Grouting nat keramik yang anti air, kuat dan cepat kering

Untuk mengerjakan nat keramik (tile grout) yang lebih cepat kering, lebih tahan gores dan anti bocor.

4. Pemasangan keramik pada dinding dan lantai (semen/ beton)

Untuk meningkatkan daya rekat keramik pada pekerjaan keramik dinding dan lantai (pada lapisan semen/ beton)

5. Beton tahan air

Digunakan sebagai bahan tambahan (additive) dalam campuran pembuatan beton.

(Sumber : damdexindonesia.com)

