



BETON



Ir. Sarjono Puro, MT



BETON

1. Pengertian Beton
2. Material Pembentuk Beton.
3. Jenis – Type Beton
4. Sifat Fisik, Mekanis, Kimiawi Beton
5. Pemanfaatan Beton
6. Pengerjaan Beton



1. Pengertian Beton



Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran :

- semen,
- agregat halus,
- agregat kasar,
- air

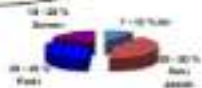
dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu

Bahan lain (admixtures) dapat ditambahkan pada campuran beton untuk meningkatkan workability, durability, dan waktu pengerasan





Pertumbuhan vegetasi
bukan menjadi faktor



Beton

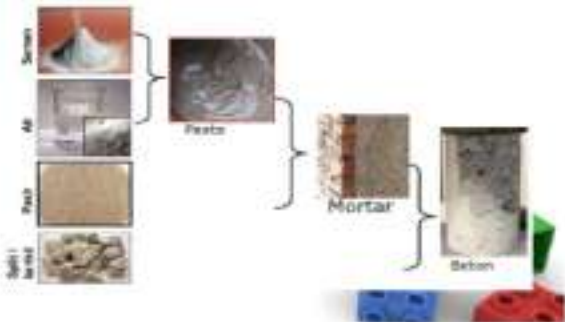


1 Teker
Semen

2 Teker
Pasir

3 Teker
Batu Split

Beton



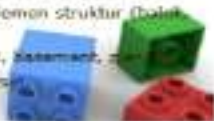
Sifat Beton

- Beton mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan kekuatan tarik yang rendah.
- Beton dapat retak karena adanya tegangan tarik akibat beban, susut yang tertahan, atau perubahan temperatur.
- Beton bertulang adalah kombinasi dari beton dan baja, dimana baja tulangan memberikan kekuatan tarik yang tidak dimiliki beton. Baja tulangan juga dapat memberikan tambahan kekuatan tekan pada struktur beton.



Keuntungan Penggunaan Beton Material Struktur

- Mempunyai kekuatan tekan yang tinggi dibandingkan kebanyakan material lain.
- Cukup tahan terhadap api dan air.
- Sangat laku.
- Pemeliharaan yang mudah.
- Umur bangunan yang panjang.
- Mudah diproduksi, terbuat dari bahan-bahan yang tersedia lokal (batu pecah/kerikil, pasir, dan air), dan sebagian kecil semen dan baja tulangan yang dapat didatangkan dari tempat lain.
- Dapat digunakan untuk berbagai bentuk elemen struktur (balok, kolom, pelat, cangkang, dll).
- Ekonomis, terutama untuk struktur pondasi, basement, dan sebagainya.
- Tidak memerlukan tenaga kerja dilatih khusus.



- Mempunyai kekuatan tarik yang rendah sehingga memerlukan baja tulangan untuk menahan tarik.
- Memerlukan cetakan/bekisting serta *formwork* sampai beton mengeras, yang biayanya bisa cukup tinggi.
- Struktur umumnya berat karena kekuatan yang rendah per unit berat.
- Struktur umumnya berdimensi besar karena kekuatan yang rendah per unit volume.
- Properties dan karakteristik beton bervariasi sesuai dengan proporsi campuran dan proses *mixing*.
- Berubah volumenya sejalan dengan waktu (adanya susut dan rangkai).



2. Material Pembentuk Beton



Diketahui data-data sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| 1. Beton untuk | : Deemaga |
| 2. Beton umur 28 hari dengan f'c | : 25 Mpa |
| 3. Jumlah data | : 30 buah |
| 4. Standar deviasi | : 5,6 |
| 5. Jenis semen | : sesuai peruntukan |
| 6. Jenis kerikil | : alami |
| 7. Ukuran kerikil maksimum | : 20 mm |
| 8. Jenis pasir | : golongan IV |
| 9. Berat jenis campuran | : 2,7 |
| 10. Slump | : 8 cm |

Mencanakan kebutuhan air, semen, agregat halus dan kasar, dan perbandingan campuran



Semen

- Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesive dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi satu massa yang padat.
- Semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton adalah bahan jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis. Hidraulis berarti semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu bahan massa.



Semen



Susunan Unsur Semen

Material	Kandungan
Kapur (CaO)	60 – 65 %
Silika (SiO_2)	17 – 25%
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8 %
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6%
Magnesia (MgO)	0,5 – 4%
Sulfur (SO_3)	1 – 2 %
Potash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1%



Sifat Fisik Semen

a. Kehalusan Butir

Semakin halus butiran semen, semakin luas permukaannya sehingga semakin cepat pula proses hidrasinya. Hal ini berarti bahwa butir – butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat daripada semen dengan butir – butir yang lebih kasar. Menurut SNI 0013-81 paling sedikit 90% berat semen harus lolos ayakan lubang 9 mm.

b. Waktu Ikatan

Waktu ikatan adalah waktu yang dibutuhkan semen untuk mencapai keadaan kaku tahap pertama dan cukup kuat untuk menahan tekanan.

c. Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah kuantitas panas dalam kalori/gram pada semen yang berhidrasi.

d. Berat Jenis

Berat jenis semen berkisar pada 3,15. Berat jenis digunakan dalam hitungan perbandingan campuran.



Sifat Kimia Semen

- C3S segera mulai berhidrasi bila semen terkena air secara eksotermis. Berpengaruh besar terhadap pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Membutuhkan air 24 % dari beratnya.
- C2S bereaksi dengan air lebih lambat dan hanya berpengaruh terhadap pengerasan semen setelah 7 hari dan memberikan kekuatan akhir. Umur ini membuat semen tahan terhadap serangan kuma dan mengurangi penyusutan karena pengeringan. Membutuhkan air 21% dari beratnya.
- C3A berhidrasi secara eksotermis, bereaksi secara cepat dan memberikan kekuatan sesudah 24 jam. Membutuhkan air 40% dari beratnya. Semen yang mengandung unsur ini lebih dari 10% kurang tahan terhadap serangan sulfat.
- C4AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap pengerasan beton.



- semen

1. C3S - sangat cepat beraksi dengan air, menghasilkan bahan silikat yang kukuh dan kuat, menghasilkan haba penghidratan tinggi.
2. C2S - lambat bertindak dgn air, menghasilkan sebatian silikat terhidrat yang kukuh dan kuat, haba penghidratan rendah.
3. C3A - cepat bertindak dengan air, haba penghidratan tinggi, hasil sebatian tidak kuat.
4. C4AF - sederhana bertindak dengan air, haba penghidratan tinggi, hasil sebatian tidak kuat.



Jenis Semen

- Semen non-hidrolik, tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama adalah kapur
- + Semen Hidrolik :
 1. Semen Alam
 2. Semen Pozzolan
 3. Semen Terak
 4. Kapur Hidrolik
 5. Semen Putih
 6. Semen Aluminium
 7. Semen Portland, semen hidrolik yang dihasilkan dari mengkilas klinker yang terdiri dari kalium silikat hidrolik
 8. Semen Portland Pozzolan



- semen
 - dengan mengubah kandungan sebatian-sebatian asas semen dapat dihasilkan berbagai jenis semen yang berbeda ciri-cirinya
- jenis semen
 - semen Portland
 - semen Asli (Natural cement)
 - semen Alumina Tinggi
 - semen Supersulfat
 - semen Khas
 - semen Silika Fume



Proses Pembuatan Semen

- Pertama-tama batu kapur/gamping dan lumpur diangkut dari gunung sebagai bahan baku semen.
- Bahan baku diangkut ke pabrik dan diproses menjadi lumpur.
- Kemudian lumpur dimasukkan ke dalam Tungku dan dibakar pada suhu 1400°C untuk membentuk sebuah klinker.
- Klinker ini akan dicampur dengan pasir pondrasi dan dituangkan dalam penggilingan berputar untuk dan adukannya hingga.
- Klinker ini dipindahkan, digiling sampai halus dengan penambahan $5-10\%$ gipsum untuk mengondisikan waktu pengikatan semen supaya tidak terlalu cepat.



Dari tahap terakhir dari proses semen portland, yang telah diperoleh. Semen ini dipindahkan dari pabrik ke silo (tempat penyimpanan) untuk menyimpannya.

Jenis Semen	Karakteristik Umum
Jenis I	Semen portland yang digunakan untuk tujuan umum.
Jenis II	Semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
Jenis III	Semen portland yang penggunaannya memerlukan pemyatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
Jenis IV	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
Jenis V	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut ketahanan yang kuat terhadap sulfat.

Klasifikasi Semen

- **Jenis I :**

Dipakai untuk keperluan konstruksi yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Corok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,0 - 0,10 % dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat dan lain-lain.



• Tipe II

- Dipakai untuk konstruksai bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat (pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,10 – 0,70 %) dan panas hidrasi sedang, misalnya bangunan di pinggir laut, bangunan dibekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa untuk dam-dam dan landasan jembatan.
- Dengan memperhatikan rumus untuk menghitung panas hidrasi jelaslah bahwa C₁A dan C₂S menghidrasi sangat cepat, sedangkan C₃S dan C₄AF menghidrasi lambat, dengan menimbulkan panas hidrasi lebih rendah. Dengan menambah prosentase C₂S dari semen portland tipe I dan mengurangi prosentase C₁A dan C₃S diperoleh semen yang mengeluarkan panas hidrasi lebih rendah; disamping itu semen jenis II ini lebih tahan terhadap serangan sulfat daripada tipe I. Semen tipe II disebut juga "modified portland cement" dan penggunaannya sama seperti untuk tipe I ditambah dua keuntungan yang disebut diatas.

- **Tipe III**
- Digakai untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase pemuluan setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan tingkat tinggi, bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.
- Semen tipe III disebut juga "semen dengan kekuatan awal tinggi". Jenis ini digunakan bila mana kekuatan harus dicapai dalam waktu singkat, walaupun harganya sedikit lebih mahal. Biasanya dipakai pada pembuatan jalan yang harus cepat dibuka untuk lalu-lintas; juga apabila acuan itu harus bisa dibuka dalam waktu singkat. Panas hidrasi 50% lebih tinggi dari pada yang ditimbulkan semen tipe I.



- **Tipe IV**

- Dipakai untuk kebutuhan pengecoran yang tidak menimbulkan panas, pengecoran dengan penyemprotan (setting time lama) yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- Semen portland tipe IV ini menimbulkan panas hidrasi rendah dengan prosentase maksimum untuk C^3S sebesar 35 %, untuk C^3A sebesar 7 % dan untuk C^2S prosentase minimum sebesar 40 %. Tipe IV ini tidak lagi diproduksi dalam jumlah besar seperti pada waktu pembuatan Hoover Dam, akan tetapi telah diganti dengan tipe II yang disebut "modified portland cement".



- **Tipe V**

- Dipakai untuk konstruksi bangunan pada tanah/air yang mengandung sulfat melebihi 0,20 % dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.
- Semen portland tipe V ini tahan terhadap serangan sulfat serta mengeluarkan panas. Reaksi antara C^3A dan $CaSO_4$ menyebabkan terjadinya Calcium Sulfoaluminate.



Air



Air

- Air mempunyai peranan yang cukup penting dalam pembuatan beton, karena berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sifat-sifat yang berpengaruh adalah kemudahan pengerjaan (workability) dan penyusutan.
- Selain itu tujuan utama pemakaian air adalah untuk proses hidrasi, yaitu reaksi antara semen dan air yang menghasilkan campuran keras setelah beberapa waktu tertentu.
- Setelah pengecoran air juga berguna untuk perawatan (curing) guna menjamin proses pengerasan yang sempurna



Syarat penggunaan air pada campuran beton

- Air tidak boleh mengandung minyak, asam-alkali, garam-garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang dapat merusak beton atau baja tulangan pada beton bertulang.
- Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga/laboratorium pemeriksaan bahan-bahan untuk di tes.
- Apabila pemeriksaan ke lembaga tersebut tidak dapat dilakukan maka air dapat dipakai asalkan campuran semen yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan paling sedikit 90 % dari kekuatan beton semen dengan air yang memakai airuling pada umur 7 hari dan 28 hari.



Air

Air mempunyai fungsi sebagai media pencampur material lainnya, dimana persentase air ini sangat menentukan nilai kekuatan campuran semen. Sebagaimana grafik dibawah:

Compressive strength (kg/cm²)



Water cement ratio (F.A.S = faktor air semen)

- Jika jumlah air terlalu besar maka akan menghalangi proses pengikatan.
- Jika jumlah air terlalu sedikit maka nilai semen dan air tidak seimbang.

Agregat

1. Agregat Halus

2. Agregat Kasar



Aggregate : Halus (Pasir), Kasar (Split)

Aggregate terbagi 2



- Volume aggregate dalam beton adalah lebih dari 75%.
- Meskipun berfungsi hanya sebagai fllapengisi, ~~memerit~~ berpengaruh terhadap properti beton.



Agregat



Mengolah Agregat Alam



Agregat halus

- Agregat halus dalam beton adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dan batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh pemecah batu, Berdiameter kurang dari 0,075 - 4,80 mm atau 5 mm.
- Agregat halus berperan penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian workability, kekuatan dan keawetan beton.



Syarat Agregat Halus:

- a. Agregat halus atau pasir halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti angin matahari atau hujan.
- a. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% (ditentukan terhadap berat kering) maka agregat halus harus dicuci.
- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang berbentuk tajam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 1. Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat.
 2. Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat.
 3. Sisa diatas ayakan 0.25 mm harus berkisar 80%-95% berat.
 4. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan persetujuan dan lembaga pemeriksaan bahan.



Sifat – Sifat Pasir

- Pasir Sungai



Varian :

- Variasi kandungan air
- Perbedaan jenis pasir berbeda karakter

Masalah dengan pasir sungai

- Keras di bagian hulu
- Halus di bagian hilir
- Tingginya kandungan organik



Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pasir

- Pasir harus bersih, tidak boleh mengandung bahan organik ataupun lumpur



Pasir terkontaminasi akar pohon (Organik)

Pengaruh : Strength/kekuatan rendah. Pengaliran lambat. Ikatan semen dan aggregate lemah (mudah lepas)



Test Organik Pasir



Agregat Kasar / Split

Kategori berdasarkan bentuk dan tekstur permukaan

Disarankan



Bulat

Tidak

terefektif

Bersudut

Uk. Batu yg direkomendasikan
Bulat, bentuk tdk beraturan bersudut

Tidak Disarankan



Pipih

Memanjang

Pipih &

Memanjang

Uk. Batu yg tidak direkomendasikan
Pipih dan panjang

Persyaratan Agregat Kasar

- Agregat yang digunakan dalam campuran beton, terdiri dari 60% sampai 75% dari volume totalnya, oleh karena itu perlu perhatian terhadap bahan ini, sebab sifat- sifatnya sangat mempengaruhi hasil pembuatan beton.
- Dari sisi ekonomi, agregat relatif murah harganya, oleh karena itu disarankan agar menggunakan bahan ini sebanyak mungkin agar beton yang dihasilkan ekonomis. Disamping itu pemakaian banyak agregat juga dapat mengurangi penyusutan akibat mengerasnya (mengeringnya) beton dan juga dapat mengurangi ekspansi akibat panas.



Jenis Agregat

- Agregat halus berupa pasir, adalah agregat yang semua butir menembus ayakan 4,80 mm.
- Agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah, adalah agregat yang semua butir tertinggal diatas ayakan 4,80 mm.



Ukuran maksimum nominal agregat kasar harus tidak melebihi:

- a. $1/5$ jarak terkecil antara sisi cetakan.
- b. $1/3$ ketebalan pelat lantai.
- c. $1/4$ jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan, kawat-kawat bundel tulangan atau tendon-tendon pretekan atau selongsong-selongsong yang ada.
- d. Pembatasan ukuran nominal agregat adalah untuk melengkapi jaminan terbungkusnya tulangan dan mengurangi adanya kakaroposan pada beton. Catatan pembatasan ukuran maksimum nominal agregat adalah merupakan keputusan sarjana di lapangan yang menetapkan bahwa pada saat pengecoran, beton mudah dikerjakan dan dipadatkan tanpa kemungkinan terjadi adanya kakaroposan atau rongga-rongga di dalamnya.



BahanTambah

Admixtures



Bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- a. Bahan tambah bersifat kimiawi (chemical admixture); Ditambahkan saat pengadukan dan saat pelaksanaan pengecoran
- b. Bahan tambah bersifat mineral (additive) Ditambahkan saat pengadukan pengecoran

Penggunaan bahan penambah dimaksud untuk:

1. Untuk menghasilkan suatu sifat tertentu dari campuran yang tidak dimiliki oleh campuran tersebut,
2. Untuk menghasilkan beberapa perubahan sifat alami bahan campuran guna mempermudah proses pengerjaan,
3. Untuk mengurangi biaya pengecoran, pemadatan dan biaya secara keseluruhan.

Jenis-jenis BahanTambah

- Type A : Bahan pengurang kadar air (Water Reducing)
- Type B : Bahan perlambat setting time (Retarding)
- Type C : Bahan pemercepat setting time (Accelerating)
- Type D : Bahan pengurang air dan pemudah setting time
- Type E : Bahan pengurang kadar air dan pemercepat setting time
- Type F : Bahan pengurang kadar air dalam jumlah besar (High Range Water Reducing)
- Type G : Bahan pengurang kadar air dalam jumlah besar dan pemunda setting time (High Range Water Reducing And Set Retarding)



Bahan Pengurang Kadar Air (Water Reducing Agent)

Berdasarkan bahan pembuatannya dapat dibedakan menjadi :

- a. Kelompok yang mempunyai bahan baku sodium ammonium, magnesium, dan sodium lignosulphonate.
- b. Kelompok dari bahan baku garam dan hydrosulfat carbonyl acid.
- c. Dapat mengurangi kadar air sebanyak 5-10% tergantung pada komposisi kimia, etas semen, proporsi campuran serta beberapa variabel lainnya.

Bahan Penunda Waktu Pengikatan (Retarder)

Bahan penunda efektif digunakan pada daerah beriklim panas, dimana tingkat kehilangan sifat kemudahan pengaliran sangat tinggi.



Bahan Pemercepat Waktu Pengikatan (Accelerating Setting Time)

- Pemercepat waktu pengikatan
- Pemercepat pengerasan
- Memberikan pengaruh kurang baik pada pengembangan kekuatan, maka bahan ini tidak boleh digunakan bila sifat kekuatan beton akhir merupakan hal penting.

Bahan Pemelastis (Plasticizer/Super Plasticizers)

Berdasarkan senyawa kimia dapat dibedakan menjadi:

- Kategori A : Golongan sulfonat melamin formaldehyde condensate
- Kategori B : Golongan sulfonat napsalen formaldehyde condensate
- Kategori C : Golongan modified lignosulfat
- Kategori D : Golongan selain A, B, C

Bersifat mempercepat waktu pengikatan, tetapi memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat kemudahan pengerjaan tanpa memerlukan penambahan air, dan kondisi ini sangat baik untuk pekerjaan pengecoran lantai.



Bahan Pembentuk Gelembung Udara (Air Entraining Agents)

1. Bahan ini dapat mengakibatkan terbentuknya gelembung udara yang sangat halus dengan diameter $1/100 - 2$ mm.
2. Bahan ini dapat menurunkan senyawa organik yang aktif permukaan (Surfactants) yang berfungsi untuk mengontrol jumlah kadar udara yang terdapat secara serba sama dalam campuran beton.

Bahan tambah mineral (Additive)

- a. Abu Tertang (Fly Ash): Adalah material yang berasal dari sisa n pembakaran batubara yang tidak terpakai. Material ini mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozolanik. Berdasarkan ACI, Fly Ash dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu Kelas C, Kelas F dan Kelas N.
- b. Karak Jenuh Tinggi (Ground Granulated Blast Furnace): Adalah bahan sisa dari pengecoran besi dimana prosesnya memakai dapur yang bahan bekamnya dari udara yang ditipiskan.
- c. Uap Silika (Silika Fume): Adalah produk samping dari proses fusi dalam produksi silikon metal (pada pabrik pembuatan mikrochip komputer). Si yang dipakai untuk ferra adalah yang mengandung lebih dari 75% silikon. Ukuran silika Fume lebih kecil sekitar seratus kali Fly Ash.

SELANJUTNYA

- 3. Jenis – Type Beton
- 4. Sifat Fisik, Mekanis, Kimiawi Beton
- 5. Pemanfaatan Beton
- 6. Pengerjaan Beton

