

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton seiring perkembangannya dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur, dan dapat digunakan untuk hal yang lainnya. Banyak hal yang dapat dilakukan dengan beton dalam bangunan, contohnya dalam struktur beton yang terdiri dari balok, kolom, pondasi atau pelat. Selain itu dalam hal bangunan airpun beton dapat digunakan untuk membuat saluran, drainase, bendung, atau bendungan. Bahkan dalam bidang jalan raya dan jembatan beton dapat digunakan untuk membuat jembatan, gorong-gorong atau yang lainnya. Jadi, hampir semua itu banyak yang memanfaatkan beton. Karena beton mempunyai karakteristik yang cocok untuk hal infrakstruktur pembangunan.

Untuk lebih mengenal karakteristik beton, itu diperlukan pemahamannya tentang beton. Hal ini berguna untuk agar dalam pengerjaannya beton dapat digunakan sesuai dengan ketentuan dan efektifnya suatu beton dari awal proses hingga akhirnya.

Seiring kemajuan teknologi, hal ini pula memperbaiki kendala-kendala pengerjaan beton dan juga banyak inovasi beton untuk pengerjaan struktur. Sehingga pemanfaatan beton tersebut semakin lebih baik dalam struktur bangunan dan yang lainnya.

B. Ruang Lingkup Materi

Materi yang akan dibahas dalam makalah ini meliputi tentang “TEKNOLOGI BETON “, yang mencakup tentang bahan penyusun beton, proses pembetonan, syarat-syarat dalam memenuhi pembetonan, pengaruh terhadap beberapa faktor, dan proses akhir dalam pembetonan.

BAB II

SEMEN

A. Uraian Umum

Beton tersusun dari bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan biasanya dipakai bahan tambahan (*admixture*).

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen berfungsi sebagai perekat agregat dan juga sebagai bahan pengisi.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan hasil yang baik dari kekuatan, sifat, dan karakteristik dari masing-masing penyusun tersebut perlu dipelajari.

B. Jenis Semen

Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama adalah kapur.

2. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh :

- 1) *Kapur hidrolik*, sebagian besar (65%-75%) bahan kapur hidrolik terbuat dari batu gamping, yaitu kalsium karbonat berserta bahan pengikatnya berupa silika, alumina, magnesia, dan oksida besi.
- 2) *Semen pozollan*, sejenis bahan yang mengandung silisium atau aluminium, yang tidak mempunyai sifat penyemenan. Butirannya halus dan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang serta membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai sifat-sifat semen.
- 3) *Semen terak*, semen hidrolik yang sebagian besar terdiri dari suatu campuran seragam serta kuat dari terak tanur kapur tinggi dan kapur tohor. Sekitar 60% beratnya berasal terak tanur tinggi. Campuran ini biasanya tidak dibakar. Jenis semen terak ada dua yaitu: a. bahan yang dapat digunakan sebagai kombinasi *portland cement* dalam pembuatan beton dan sebagai kombinasi kapur dalam

pembuatan adukan tembok, b. bahan yang mengandung bahan pembantu berupa udara, yang digunakan seperti halnya jenis pertama.

- 4) *Semen alam*, dihasilkan melalui pembakaran batu kapur yang mengandung lempung pada suhu lebih rendah dari suhu pengerasan. Hasil pembakaran kemudian digiling menjadi serbuk halus. Semen alam dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: a. semen alam yang digunakan bersama-sama dengan *portland cement* dalam suatu konstruksi, b. semen alam yang telah dibubuhi bahan pembantu, yaitu udara yang ungsinya sama dengan jenis pertama.
- 5) *Semen portland*, bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Semen portland adalah semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.
- 6) *Semen portland pozollan*, campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozollan seperti terak tanur tinggi dan hasil residu.
- 7) *Semen putih*, semen portland yang kadar oksida besinya rendah, kurang dari 0,5%.
- 8) *Semen alumnia*, dihasilkan melalui pembakaran batu kapur dan bauksit yang telah digiling halus pada temperatur 1600⁰C. Hasil pembakaran tersebut berbentuk klinker dan selanjutnya dihaluskan hingga menyerupai bubuk. Jadilah semen alumnia yang berwarna abu-abu.

C. Syarat Mutu Semen

1. Semen harus memenuhi salah satu dari ketentuan berikut:
 - a) SNI 15-2049-1994, *Semen portland*.
 - b) "*Spesifikasi semen blended hidrolis*" (ASTM C 595), kecuali tipe S dan SA yang tidak diperuntukkan sebagai unsur pengikat utama struktur beton.
 - c) "*Spesifikasi semen hidrolis ekspansif*" (ASTM C 845).
2. Semen yang digunakan pada pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan semen yang digunakan pada perancangan proporsi campuran.

D. Penyimpanan Semen

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan (PB, 1989:13) yaitu :

1. Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar.
2. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain.
3. Semen dari jenis berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.
4. Semen curah harus disimpan didalam silo yang terbuat dari baja atau beton dan harus terhindar dari kemungkinan tercampur dengan bahan lainnya. Apabila semen telah disimpan terlalu lama, perlu dibuktikan dulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat sebelum dipakai.
5. Untuk menghindari pecahnya kantong semen, tinggi maksimum timbunan zak semen adalah 2 meter atau sekitar 10 zak. Jarak bebas antara bidang dinding dan semen sekitar 50 cm, sedangkan jarak bebas antara lantai dan semen sekitar 30 cm.

BAB III

AIR

A. Uraian Umum

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton senyawa yang terkandung dalam air akan mempengaruhi kualitas beton untuk itu diperlukan standard yang baik untuk kualitas air. Selain itu air dan semen akan terjadi reaksi kimia maka diperlukan perbandingan/ faktor air semen yang baik yang akan menghasilkan kualitas beton yang baik.

B. Sumber-sumber Air

1. Air yang terdapat di udara
2. Air hujan
3. Air tanah
4. Air permukaan
5. Air laut

C. Syarat Umum Air

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. 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.

Tabel 3.1 *Batas Maksimum Ion Klorida*

Jenis komponen struktur	Ion klorida terlarut (Cl ⁻) pada beton
-------------------------	--

	persen terhadap berat semen
Beton prategang	0,06
Beton bertulang yang terpapar lingkungan klorida selama masa layannya	0,15
Beton bertulang yang dalam kondisi kering atau terlindung dari air selama masa layannya	1,00
Konstruksi beton bertulang lainnya	0,30

3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada 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 C 109).

D. Syarat Mutu Air Menurut British Standard (BS.3148-80)

Berikut ini adalah kriteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan-ketentuan di bawah ini tidak terpenuhi, sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton. Syarat-syarat tersebut antara lain:

1. Garam-garam anorganik

Konsetrasi garam-garam tersebut hingga 500 ppm dalam campuran beton masih diijinkan.

2. NaCl dan Sulfat

Konsentrasi NaCl atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan.

3. Air asam

Penggunaan air dengan pH diatas 3,00 harus dihindarkan.

4. Air biasa

Konsetrasi basa lebih tinggi dari 0,5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.

5. Air gula

Apabila kadar gula dalam campuran dinaikkan hingga mencapai 0,2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0,25% akan mempengaruhi kekuatan beton

6. Minyak

Minyak mineral atau minyak tanah dengan kosentrasi lebih dari 2% berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%.

7. Rumput laut

Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton. Dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan.

8. Zat-zat organik, lanau dan bahan-bahan terapung

Kira-kira 2000 ppm lempung yang terapung atau bahan-bahan halus yang berasal dari batuan diijinkan dalam campuran

9. Pencemaran limbah industri atau air limbah

Air yang tercemar limbah sebelum dipakai harus dianalisis kandungan pengotornya dan diuji untuk mengetahui pengikatannya dan kekuatan tekan betonnya.

E. Penilaian Waktu Pengikatan (*Setting Time*) dan Uji Kuat Tekan

Air pengaduk dianggap tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap waktu pengikatan dan sifat pengerasan beton jika hasil pengujian menunjukkan :

1. Perbedaan waktu pengikatan awal campuran beton yang menggunakan air yang digunakan disebanding dengan campuran beton memakai air suling tidak lebih besar dari 30 menit.
2. Kuat tekan rata-rata kubus beton yang dibuat dengan air yang diragukan tidak kurang dari 90% kuat tekan beton yang memakai air suling.

F. Analisis Kimia

1. Sulfat (SO_4)

Diperiksa dengan cara gravimetri, yaitu di endapkan sebagai (BaSO_4). Atau dengan cara titrasi dan turbidimetri.

2. Magnesium (Mg^{++})

Ditentukan dengan metode kompleksimetri dengan BDTA n/28.

3. Amonium (NH_4)

Pengujiannya dilakukan dengan cara menambahkan reagen nessler. Warna yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan warna standar.

4. Magnesium (Cl)

Pengujian dilakukan dengan cara titrasi AgNO_3 n/10. Indikator yang digunakan adalah indikator chromat (cara mohr).

5. pH

Pengujian dengan menggunakan kertas lakmus (PH-meter).

6. Karbondioksida (CO_2)

Menurut Heyer pengujian dilakukan dengan cara melarutkan kapur.

7. Minyak dan lemak

Dihitung dengan cara mengekstraksi air yang diduga mengandung minyak menggunakan petroleum-ether.

8. Zat-zat yang menyusut

Pengujian dengan cara dipanaskan selama 10 menit dengan menambahkan larutan KMnO_4 untuk kemudian di titrasi.

BAB IV

AGREGAT

A. Uraian Umum

Agregat dalam fungsinya hanya sebagai pengisi akan tetapi hal ini justru penting karena agregat akan menentukan sifat motar suatu beton. Agregat biasanya dibedakan menjadi dua agregat kasar contohnya kerikil dan agregat halus contohnya pasir.

B. Batuan

Batuan dalam penggunaannya di pekerjaan teknik sipil, dapat dibedakan menjadi dua :

1. Geologis : batuan sebagai mineral, yang terbentuk melalui proses terbentuknya batuan
2. Geoteknik : batuan sebagai mineral yang di atasnya, di dalamnya, atau dengannya dapat dibangun berbagai macam konstruksi.

Jika dilihat dari proses terbentuknya, batuan sebagai mineral dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

a. Batuan beku (Magma)

Dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Batuan beku *instrusif* (batuan beku yang membeku di bawah permukaan bumi)
- Batuan beku *ekstrusif* (batuan beku yang membeku di permukaan bumi).

b. Batuan sedimen

Batuan sedimen dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- Klastik, yang dibagi menjadi siliklastik, piroklastik, dan kapur
- Kimiawi, yang dibagi menjadi evaporit, kapir, dan lainnya
- Organik, yang dibagi menjadi kapur dan gambut.

c. Batuan metamorf

Batuan metamorf terjadi karena proses metamorphosis, yaitu perubahan yang dialami oleh batuan karena perubahan temperature dan tekanan. Kita dapat membedakan proses metamorphosis menjadi dua jenis, yaitu :

- 1) Metamorfosis regional
- 2) Metamorfosis kontak

C. Agregat di Indonesia

1. Geografi, Geologi, dan Iklim

Indonesia mempunyai geografi, geologi, iklim panas, dan basah yang berganti sepanjang tahun. Hal tersebut membuat batu – batuan mengalami pelapukan dengan derajat yang bergantung pada jenis batu – batuan, iklim, derajat erosi, *exposure*, dan lainnya. Pengaruh yang paling besar berasal dari iklim setempat. Semakin panas atau semakin dingin iklim setempat, semakin besar pula derajat pelapukan yang akan mengakibatkan dekomposisi dari batuan. Produk akhir dari pelapukan adalah tanah residual.

2. Karakteristik agregat

Agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan (*artificial aggregates*). Contoh agregat yang berasal dari alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari *stone crusher*, hasil residu terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pecahan genteng, pecahan beton, *fly ash* dari residu PLTU, *extended shale*, *expanded slag*, dan lainnya.

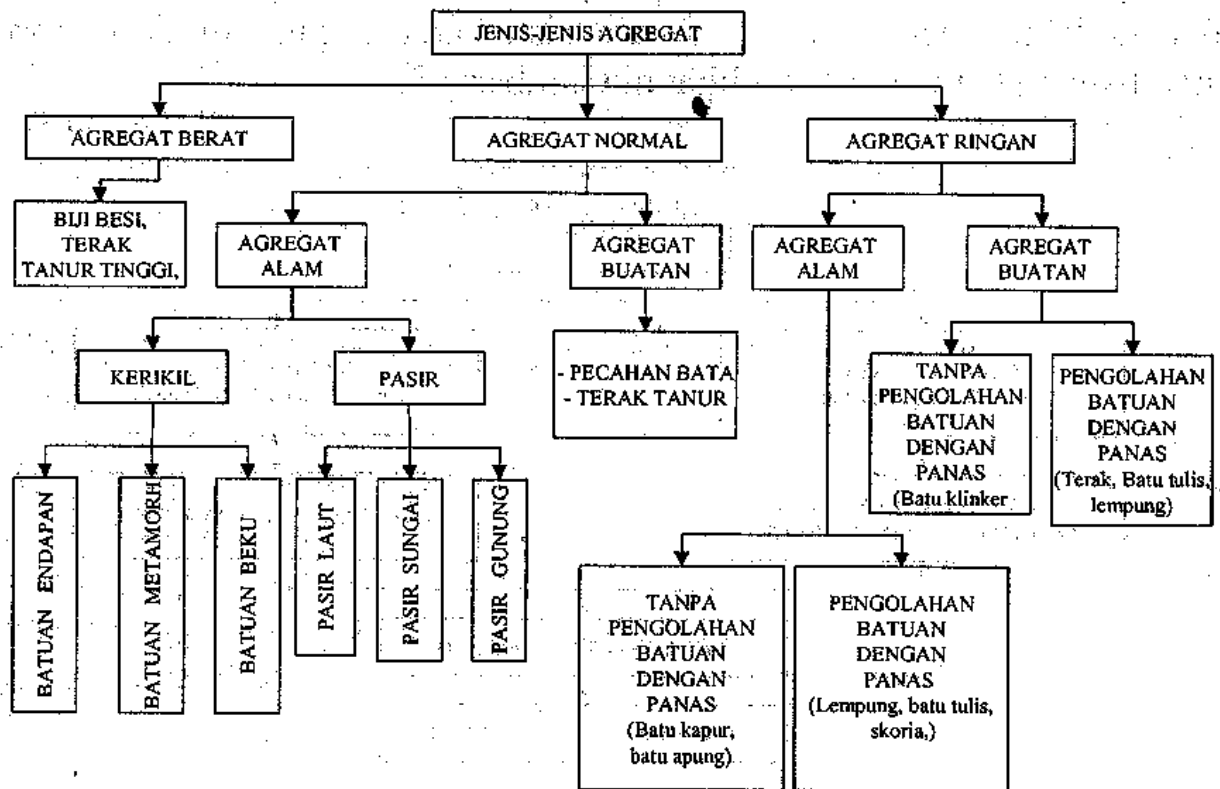
Interaksi antara iklim setempat dan geologinya akan menghasilkan tiga macam jenis *quarry*, yaitu sumber daya alam dari batu-batuan (*deposits*), yang dibedakan menjadi tiga yaitu :

- a. Quarry batu-batuan dari bedrock
- b. Pasir sungai dan batu-batuan yang digali
- c. Pasir dari pesisir pantai dan sumur-sumur yang mengandung pasir dan batu-batuan

D. Mengolah Agregat Alam

Tujuannya adalah menghasilkan agregat dengan mutu tinggi dan dengan biaya rendah. Pengolahan agregat alam meliputi penggalian (*excavating*), pengangkutan (*hauling*), pencucian, pemecahan (*crushing*), dan penentuan ukuran.

E. Jenis Agregat



Gambar 4.1 Klasifikasi Agregat Berdasarkan Sumber Material

1. Jenis agregat berdasarkan berat

Ada tiga jenis agregat berdasarkan beratnya, yaitu agregat normal, agregat ringan, dan agregat berat.

2. Jenis agregat berdasarkan bentuk

Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya (ASTM D-3398), yaitu agregat bulat, agregat bulat sebagian atau tidak teratur, agregat bersudut, agregat panjang, agregat pipih, dan agregat panjang dan pipih.

3. Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan

Umumnya agregat dibedakan menjadi kasar, agak kasar, licin, agak licin. Berdasarkan pemeriksaan visual, tekstur agregat dapat dibedakan menjadi sangat halus (*glassy*), halus, granular, kasar, berkristal (*crystalline*), berpori, dan berlubang – lubang.

4. Jenis agregat berdasarkan ukuran butir nominal

Dari ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu agregat kasar dan agregat halus (Ulasan PB, 1998:9).

- a. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812, 1976).
- b. Agregat kasar ialah agregat agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4.8 mm (SII.0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS.812, 1976)

5. Jenis agregat berdasarkan gradasi

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

F. Kekuatan Agregat

1. Faktor yang mempengaruhi kekuatan agregat

Kekuatan agregat dapat bervariasi dalam batas yang besar. Misalnya, kekerasan atau kekuatan butir – butir agregat tergantung dari bahannya dan tidak dipengaruhi oleh lekatan antara butir satu dengan lainnya. Butiran yang lemah dan

lunak perlu dibatasi nilai minimumnya jika ketahanan terhadap abrasi yang kuat diperlukan.

2. Cara pengujian kekuatan agregat

Untuk menguji kekuatan agregat dapat menggunakan bejana Rudeloff ataupun *Los Angeles Test*.

G. Sifat-sifat Agregat dalam Campuran Beton

1. Serapan air dan kadar air agregat

Presentasi berat air yang mampu diserap agregat di dalam air disebut serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air.

2. Berat jenis dan daya serap agregat

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.

3. Gradasi agregat

Untuk mendapatkan campuran beton yang baik kadang – kadang harus mencampur beberapa agregat. Dalam pekerjaan beton yang banyak dipakai adalah agregat normal dengan gradasi yang harus memenuhi syarat standar, namun untuk keperluan yang khusus sering dipakai agregat ringan ataupun agregat berat.

4. Modulus halus butir

Suatu indek yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir – butir agregat. Didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan (38, 19, 9.6, 4.8, 2.4, 1.2, 0.6, 0.3, dan 0.15 mm) kemudian nilainya dibagi seratus (Ilsey, 1942:232).

5. Ketahanan kimia

Pada umumnya beton tidak tahan terhadap serangan kimia. Yang biasa dijumpai yang menyerang terhadap beton yaitu serangan alkali dan serangan sulfat.

6. Kekekalan

Kekekalan agregat dapat diuji dengan menggunakan larutan kimia untuk memeriksa reaksinya pada agregat (PB 89, 1990).

7. Perubahan volume

Faktor utama yang menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan dalam volume adalah kombinasi reaksi kimia antar semen dengan air seiring dengan mengeringnya beton.

8. Karakteristik panas (sifat thermal agregat)

Karakteristik panas dari agregat akan sangat mempengaruhi keawetan dan kualitas dari beton. Sifat utamanya adalah koefisien muai, panas jenis, dan penghantar panas.

9. Bahan-bahan lain yang mengganggu

Bahan – bahan yang mengganggu adalah bahan yang menyebabkan terganggunya proses pengikatan pada beton serta pengerasan betonnya, alkali dan sulfat, bahan padat yang menetap, bahan – bahan organik dan humus.

H. Pemeriksaan Mutu Agregat dan Syarat Mutu Agregat

Pemeriksaan mutu agregat dimaksudkan untuk mendapatkan bahan – bahan campuran beton yang memenuhi syarat, sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan.

I. Dasar Perancangan Agregat sebagai Campuran Beton Normal menurut SK.SNI-T-15-1990-03.

Dalam perancangan beton menurut SK.SNI-T-15-1990-03, agregat yang digunakan harus memenuhi syarat. Jenis agregat dapat ditentukan berdasarkan sumbernya, yakni batuan alami atau batuan buatan/pecahan. Untuk mengetahui berat jenis agregat campurannya, dilakukan pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar.

J. Penyimpanan Agregat

1. Pengawasan agregat harus dimulai dari saat kedatangannya sampai pengambilan kembali.
2. Agregat harus ditimbun di atas bak – bak berlantai jika volumenya di bawah 10 meter kubik. Jika besar, sebaiknya dibuatkan landasan menggunakan land concrete campuran 1:3:5 agar tidak tercampur saat pengambilan.
3. Jika agregat yang ditimbun dalam keadaan kering, terutama yang ditimbun di *stock field*, sebaiknya agregat disiram dengan menggunakan *sprinkle* (slang air).
4. Agregat diuji berkala sebelum digunakan, sebagai kontrol kualitas bahan.

K. Agregat Jenis Lain dan untuk Hal-hal Khusus

1. Agregat jenis lainnya

Terdiri dari batu pecah, pecahan batu atau genteng, tanah liat bakar, herculite atau haydite, agregat abu terbang (*sintered fly – ash aggregates*), dan benda limbah padat buangan.

2. Agregat untuk hal-hal khusus

Untuk bahan yang harus kuat dan awet, agregat yang digunakan adalah corundum sintetik (Al_2O_3) dengan berat isi murni 3.1 – 3.2 kg/dm³. Selain itu, dapat juga digunakan jenis agregat lain yang keras seperti batu alam misalnya basalt, terak tanur tinggi, jenis – jenis logam.

BAB V

BAHAN TAMBAHAN

A. Uraian Umum

Bahan tambahan atau *admixture* adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran itu berlangsung fungsi dari bahan tambahan ini adalah untuk memenuhi kecocokan beton untuk pekerjaan tertentu dalam hal mengubah sifat-sifat, menghemat biaya, waktu yang efisien dan lain-lain.

B. Definisi Bahan Tambah

Menurut ACI Committee 212.1R-81 (Revised 1986) yang selalu di perbaiki sejak 1944, 1954, 1963, 1971, jenis bahan tambahan untuk beton dikelompokkan dalam lima kelompok yaitu: accelerating, air-entraining, water reducer, and set-controlling, finely divided mineral dan miscellaneous.

C. Beberapa Alasan Penggunaan Bahan Tambah

Beberapa tujuan yang penting dari penggunaan bahan tambah ini menurut *manual of concrete practice dalam admixtures and concrete* (ACI.212.1R-81, Revised 1986) antara lain :

1. Memodifikasi beton segar, mortar dan grouting

- a. Menambah sifat kemudahan pengerjaan tanpa menambah atau mengurangi kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama.
- b. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton.
- c. Mengurangi atau mencegah perubahan volume beton.
- d. Mengurangi segregasi.
- e. Meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar.
- f. Mengurangi kehilangan nilai slump.

2. Memodifikasi beton keras, mortar dan grouting

- a. Mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal (beton muda).
- b. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
- c. Menambah kekuatan beton (kuat tekan, kuat lentur, atau kuat geser dari beton).
- d. Menambah sifat keawetan beton.

- e. Mengurangi kapilaritas dari air dan mengurangi sifat permeabilitas.
- f. Menghasilkan struktur beton yang baik dan menambah kekuatan ikatan beton bertulang.
- g. Mencegah korosi yang terjadi pada baja.
- h. Menghasilkan warna tertentu pada beton atau mortar.

D. Aspek Ekonomi Penggunaan Bahan Tambah

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena merupakan pengganti dari dalam campuran beton itu sendiri. Penambahan biaya mungkin baru terasa efeknya pada saat pengadaan bahan tambah tersebut yang meliputi biaya transportasi, penempatannya di lapangan, dan biaya penyelesaian akhir beton tersebut. Jadi, pertimbangan biaya diluar dari biaya yang langsung tetap menjadi perhatian dalam aspek ekonominya.

E. Perhatian Penting dalam Penggunaan Bahan Tambah Menurut SNI 2002

1. Bahan tambahan yang digunakan pada beton harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari pengawas lapangan.
2. Untuk keseluruhan pekerjaan, bahan tambahan yang digunakan harus mampu secara konsisten menghasilkan komposisi dan kinerja yang sama dengan yang dihasilkan oleh produk yang digunakan dalam menentukan proporsi campuran beton sesuai dengan pemilihan proposi campuran.
3. Kalsium klorida atau bahan tambahan yang mengandung klorida tidak boleh digunakan pada beton prategang, pada beton dengan aluminium tertanam, atau pada beton yang dicor dengan menggunakan bekisting baja galvanis.
4. Bahan tambahan pembentuk gelembung udara harus memenuhi SNI 03-2496-1991, *Spesifikasi bahan tambahan pembentuk gelembung untuk beton*.
5. Bahan tambahan pengurang air, penghambat reaksi hidrasi beton, pemercepat reaksi hidrasi beton, gabungan pengurang air dan penghambat reaksi hidrasi beton dan gabungan pengurang air dan pemercepat reaksi hidrasi beton harus memenuhi "*Spesifikasi bahan tambahan kimiawi untuk beton*" (ASTM C 494) atau "*Spesifikasi untuk bahan tambahan kimiawi untuk menghasilkan beton dengan kelecakan yang tinggi*" (ASTM C 1017).
6. Abu terbang atau bahan *pozzolan* lainnya yang digunakan sebagai bahan tambahan harus memenuhi "*Spesifikasi untuk abu terbang dan pozzolan alami murni atau terkalsinasi untuk digunakan sebagai bahan tambahan mineral pada beton semen portland*" (ASTM C 618).

7. Kerak tungku pijar yang diperhalus yang digunakan sebagai bahan tambahan harus memenuhi “*Spesifikasi untuk kerak tungku pijar yang diperhalus untuk digunakan pada beton dan mortar*”(ASTM C 989).
8. Bahan tambahan yang digunakan pada beton yang mengandung semen ekspansif (ASTM C 845) harus cocok dengan semen yang digunakan tersebut dan menghasilkan pengaruh yang tidak merugikan.
9. *Silica fume* yang digunakan sebagai bahan tambahan harus sesuai dengan “*Spesifikasi untuk silica fume untuk digunakan pada beton dan mortar semen-hidrolis*” (ASTM C 1240).

F. Jenis Bahan Tambah

Secara umum bahan tambah yang digunakan beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (chemical admixture) dan bahan tambah yang bersifat mineral (additive).

1. Bahan tambah kimia

Menurut standar ASTM. C.494 (1995: .254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah.

a. Tipe A “*Water-Reducing Admixtures*”

Water-Reducing Admixtures adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Water-Reducing Admixtures digunakan antara lain untuk dengan tidak mengurangi kadar air semen dan nilai slump untuk memproduksi beton dengan nilai perbandingan atau rasio faktor air semen (wer) yang rendah.

Bahan tambah pengurang air dapat berasal dari bahan organik ataupun campuran anorganik untuk beton tanpa udara (non-air-entrained) atau dengan udara dalam hal mengurangi kandungan air campuran. Selain itu bahan tambah ini dapat digunakan untuk memodifikasi waktu pengikatan beton atau mortar sebagai dampak perubahan faktor air semen. Komposisi dari campuran bahan tambah ini diklasifikasikan secara umum menjadi 5 kelas :

- 1) Asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam.
- 2) Modifikasi dan turunan asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam.
- 3) *Hydroxylated carboxylic acids* dan kandungan garamnya.
- 4) Modifikasi *hydroxylated carboxylic acids* dan kandungan garam-garamnya.
- 5) Material lain seperti :
 - a) Material inorganik seperti seng, garam-garam, barak, posfat, klorida.
 - b) Asam amino dan turunannya.
 - c) Karbonhidrat, polisakarida, dan gula asam.

d) Campuran polimer, seperti eter, turunan, melamic, naptan, silicon, hidrokarbon-sulfat.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan bahan tambah ini adalah air yang dibutuhkan, kandungan air, konsistensi, bleeding, dan kehilangan air pada saat beton segar, laju pengerasan, kekuatan tekan, dan lentur, ketahanan terhadap perubahan volume, susut pada saat pengeringan. Berdasarkan hal tersebut, menjadi hal penting untuk melakukan pengujian sebelum pelaksanaan pencampuran terhadap bahan tambah tersebut.

b. Tipe B “*Retarding Admixtures*”

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu untuk pemadatan untuk menghindari *cold joints* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar pada saat pengecoran dilaksanakan.

c. Tipe C “*Accelerating Admixtures*”

Accelearting Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi), dan mempercepat pencapaian kekuatan beton.

Secara umum, kelompok bahan tambah ini dibagi menjadi tiga :

- 1) Larutan garam organik
- 2) Larutan campuran organik
- 3) Material *miscellaneous*

d. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Amixtures*”

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.

e. Tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih.

g. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

2. Bahan tambah mineral (additive)

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain (Cain, 1994: 500-508):

- a. Memperbaiki kinerja workability
- b. Mengurangi panas hidrasi
- c. Mengurangi biaya pekerjaan beton
- d. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
- e. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika
- f. Mempertinggi usia beton
- g. Mempertinggi kekuatan tekan beton
- h. Mempertinggi keawetan beton
- i. Mengurangi penyusutan
- j. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

3. Bahan tambah lainnya

a. Air entraining

Bahan tambah ini membentuk gelembung-gelembung udara berdiameter 1 mm atau lebih kecil didalam beton atau mortar selama pencampuran, dengan maksud mempermudah pengerjaan beton pada saat pengecoran dan menambahkan ketahanan awal beton

b. Beton tanpa slump

Beton tanpa slump didefinisikan sebagai beton yang mempunyai slump sebesar 1 inch (25,4 mm) atau kurang, sesaat setelah pencampuran. Pemilihan bahan tambah ini tergantung pada sifat-sifat beton yang diinginkan terjadi, seperti sifat plastisnya, waktu pengikatan dan pencapaian kekuatan, efek beku-cair, kekuatan dan harga dari beton tersebut.

c. Polimer

Ini adalah produk bahan tambah yang baru yang dapat menghasilkan kekuatan tekan beton yang tinggi sekitar 15.000 psi (1.000psi = 6,9 Mpa) atau lebih, dan kekuatan belah tariknya sekitar 1.500 Psi atau lebih. Beton dengan kekuatan tinggi ini biasanya diproduksi dengan menggunakan polimer dengan cara:

- 1) Memodifikasi sifat beton dengan mengurangi air dilapangan atau
- 2) Menjenuhkan dan memancarkannya pada temperature yang sangat tinggi di laboratorium.

d. Bahan pembantu untuk mengeraskan permukaan beton (*hardener concrete*)

Permukaan beton yang harus menanggung beban-beban yang berat dan hidup serta selalu dalam keadaan berputar atau berpindah-pindah, seperti lantai untuk bengkel-bengkel alat-alat berat (*heavy equipment*), dan lainnya. Pembebanan ini akan menyebabkan pengausan pada permukaan beton, yang seiring dengan bertambahnya waktu akan menyebabkan rusaknya permukaan beton tersebut. Untuk menghindari hal ini dapat digunakan dua jenis bahan untuk mengeraskan beton, yaitu:

- 1) Agregat beton terbuat dari bahan kimia, dan
- 2) Agregat metalik, terdiri dari butiran-butiran yang halus.

e. Bahan pembantu kedap air (*water proofing*)

Jika beton terletak di dalam air atau berada di dekat permukaan air tanah (misalnya beton yang digunakan pada pembuatan *tunnel*) maka beton tersebut tidak boleh mengalami rembesan sehingga harus diusahakan agar kedap air. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah bahan yang mempunyai partikel-partikel halus dan gradasi yang menerus dalam pencampuran beton. Bahan-bahan semacam itu akan mengurangi permeabilitas air.

f. Bahan tambah pemberi warna

Beton yang diexpose permukaanya biasanya memerlukan keindahan bahan yang digunakan untuk member warna pada permukaan beton ini cat (*coating*), yang dilapiskan setelah pengerjaan beton selesai. Cara lainnya adalah menambahkan bahan warna, misalnya oker masih segar. Bahan-bahan ini biasanya dicampurkan dalam suatu adukan yang mutunya terjamin baik. Cara ini merupakan cara yang terbaik. Selain itu dapat pemberian warna dapat pula dilakukan dengan cara menamburkan pasir silika atau agregat metalik selagi permukaan beton dalam keadaan segar.

g. Bahan tambah untuk memperkuat ikatan beton lama dengan beton baru (*bonding agent for concrete*)

Penuangan beton segar di atas permukaan beton lama sering mengalami kesulitan dalam pengikatan (penyatuaanya). Untuk mengatasinya, perlu ditambahkan suatu bahan tambah agar terjadi ikatan yang menyatu antara permukaan yang lama dengan permukaan yang baru jenis bahan tambah tersebut biasanya disebut *bonding agent* yang merupakan larutan polimer.

G. Bahan Tambah Kimia menurut Draft Pedoman Beton 1989

1. Syarat umum mutu bahan tambah

- a. Beton yang pembuatannya menggunakan jenis – jenis bahan tambah harus memenuhi ASTM C.494, *Standard Spesification for Chemical Admixtures for Concrete*.
- b. Produsen bahan tambah harus menyatakan secara tertulis bahwa bahan yang disediakan untuk suatu pekerjaan beton adalah sama dengan bahan yang diujikan antuk memenuhi persyaratan mutu.
- c. Produsen bahan tambah yang akan dipakai untuk beton pra – tekan harus menyatakan secara tertulis kadar klorida di dalam bahan tambah tersebut dan kadar klorida yang sudah ditambahkan selama pembuatannya.

2. Keseragaman dan kesamaan (komposisi)

Apabila ditentukan oleh pembeli/pemakai bahwa perlu dilakukan uji keseragaman terhadap jumlah bahan tambah, maka :

- a. Pengujian dilakukan terhadap contoh awal (*initial sample*) dan hasil uji dijadikan referensi untuk membandingkan hasil – hasil uji atas contoh yang diambil dari sembarang bahan (*lot*).
- b. Analisa infra – red, hasil spectra absorbs sejauh mungkin harus sama antara contoh awal dengan contoh dari suatu lot.

- c. Residu pengeringan di dalam oven, bila diuji dengan cara dan ketentuan dalam ASTM C.494, variasinya antara lain contoh awal dengan contoh yang diambil dari lot harus berada pada batas variasi dimana 5% untuk bahan tambah cair dan 4% untuk bahan tambah non cair.
- d. Berat jenis untuk bahan tambah cair perbedaan untuk contoh awal dengan air suling dan dengan contoh dari lot tidak boleh lebih besar dari 10%.

BAB VI

BETON

A. Uraian Umum

Secara umum kita melihat bahwa pertumbuhan atau perkembangan industry konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (concrete), yang pada umumnya dipadukan dengan baja (composite) atau jenis lainnya.

TEKNOLOGI BETON

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi yaitu rendah dalam biaya dan memenuhi aspek teknik yaitu memenuhi kekuatan struktur. Sehingga perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku.

B. Terminologi

Menurut Pedoman Beton 1989, beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentukannya adalah beton normal, bertulang, pra – tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, dan beton fiber.

C. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari.

D. Kelebihan dan Kekurangan Beton

1. Kelebihan
 - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - b. Mampu memikul beban yang berat
 - c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
 - d. Biaya pemeliharaan yang kecil

2. Kekurangan
 - a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
 - b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
 - c. Berat

d. Daya pantul suara yang besar

E. Kekuatan Tekan Beton (f'_c)

Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan beton dinotasikan sebagai berikut (PB, 1989:16).

f'_c : kekuatan tekan beton yang disyaratkan (MPa)

f_{ck} : kekuatan tekan beton yang didapatkan dari hasil uji kubus 150 mm atau dari silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (MPa)

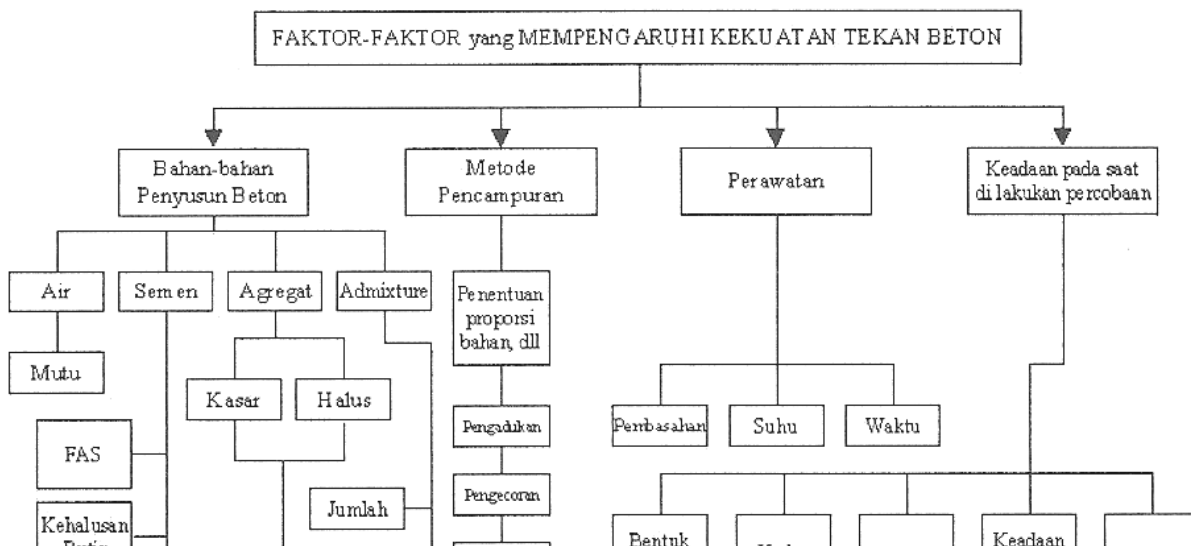
f_c : kekuatan tarik dari hasil uji belah silinder beton (MPa)

f'_{cr} : kekuatan tekan beton rata – rata yang dibutuhkan, sebagai dasar pemilihan perancangan campuran beton (MPa)

S : deviasi standar (s) (MPa)

Kriteria penerimaan beton harus sesuai dengan standar yang berlaku. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $0.85 f'_c$ untuk kuat tekan rata – rata dua silinder dan memenuhi $f'_c + 0.82 s$ untuk rata – rata empat buah benda uji yang berpasangan. Jika tidak memenuhio, maka diuji mengikuti ketentuan selanjutnya.

F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton



Gambar 6.1 *Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton*

G. Campuran Pasta Semen Segar dan Beton

1. Faktor air semen (FAS)

Secara umum, semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Tetapi, 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 pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65.

2. Kehalusan butir semen

Semakin halus butiran semen, proses hidrasi semen akan semakin cepat sehingga kekuatan beton akan lebih cepat tercapai. Semakin halus butir semen, waktu yang dibutuhkan semen untuk mengeras semakin cepat.

3. Komposisi kimia

Komposisi kimia semen akan menyebabkan perbedaan dari sifat – sifat semen, secara tidak langsung akan menyebabkan perbedaan naiknya kekuatan dari beton yang akan dibuat.

H. Sifat dan Karakteristik Campuran Beton

1. Sifat dan karakteristik bahan penyusun

Selain kekuatan pasta semen, yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Proporsi campuran agregat dalam beton adalah sekitar 70 – 80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi tekniknya. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya.

2. Metode pencampuran

a. Penentuan proporsi bahan (*mix design*)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain :

- 1) Metode *American Concrete Institute*
- 2) *Portland Cement Association*
- 3) *Road Note No. 4*
- 4) *British Standard, Department of Engineering*
- 5) Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03)
- 6) Cara coba-coba

b. Metode pencampuran (*mixing*)

Metode pencampuran dari beton diperlukan untuk mendapatkan kelecakan yang baik sehingga beton dapat dengan mudah dikerjakan. Kemudahan pengerjaan atau *workability* pada pekerjaan beton didefinisikan sebagai kemudahan untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan serta bentuk dalam acuan. Kemudahan pengerjaan ini diindikasikan melalui *slump test*; semakin tinggi nilai *slump*, semakin mudah untuk dikerjakan. Namun

TEKNOLOGI BETON

demikian nilai dari slump ini harus dibatasi. Nilai slump yang terlalu tinggi akan membuat beton kropos setelah mengeras. Karena air yang terjebak dalamnya menguap.

Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan beton dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan telah terpenuhi. Pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki

c. Pengecoran (*placing*)

Metode pengecoran akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika syarat-syarat pengecoran tidak terpenuhi, kemungkinan besar kekuatan tekan yang direncanakan tidak akan tercapai.

d. Pematatan

Pematatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogeny. Pematatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding*. Pematatan harus dilakukan sesuai dengan syarat mutu. Hal lain yang dapat dilakukan adalah melihat manual pematat yang digunakan sehingga pematatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

3. Perawatan

Perawatan dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama disebabkan oleh suhu. Cara, bahan, dan alat yang digunakan untuk perawatan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya. Waktu – waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

4. Kondisi pada saat pengerjaan pengecoran

Faktor – faktor yang akan mempengaruhi adalah :

a. Bentuk dan ukuran contoh

- b. Kadar air
- c. Suhu contoh
- d. Keadaan permukaan landasan
- e. Cara pembebanan.

I. Sifat dan Karakteristik yang dibutuhkan pada Perancangan Beton

1. Kuat Tekan

Tabel 6.1 Rasio Kuat Tekan Silinder-

Kuat Tekan (Mpa)	7.00	15.20	20.00	24.10	26.20	34.50	36.50	40.70	44.10	50.30
Kuat Rasio Silinder/Kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

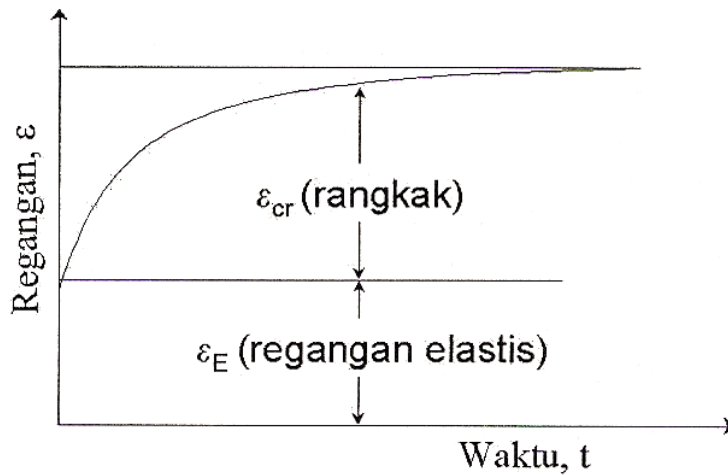
(Sumber: Neville, "Properties of Concrete", 3rd Edition, Pitman Publishing, London, 1981, p.544)

Tabel 6.2 Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (Mpa)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (Mpa)	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

(Sumber: ISO Standard 3893-1977)

- 2. Kemudahan Pengerjaan
- 3. Rangkak Susut



Gambar 6.2 Kurva Waktu Regangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya rangkai dan susut dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Sifat bahan dasar beton (komposisi, dan kehalusan semen, kualitas adukan, dan kandungan mineral dalam agregat),
- b. Rasio air terhadap jumlah semen,
- c. Suhu pada saat pengerasan,
- d. Kelembaban nisbi pada saat proses penggunaan,
- e. Umur beton pada saat beban bekerja,
- f. Nilai slump,
- g. Lama pembebanan,
- h. Nilai tegangan,
- i. Nilai rasio permukaan komponen struktur.

J. Kinerja Beton

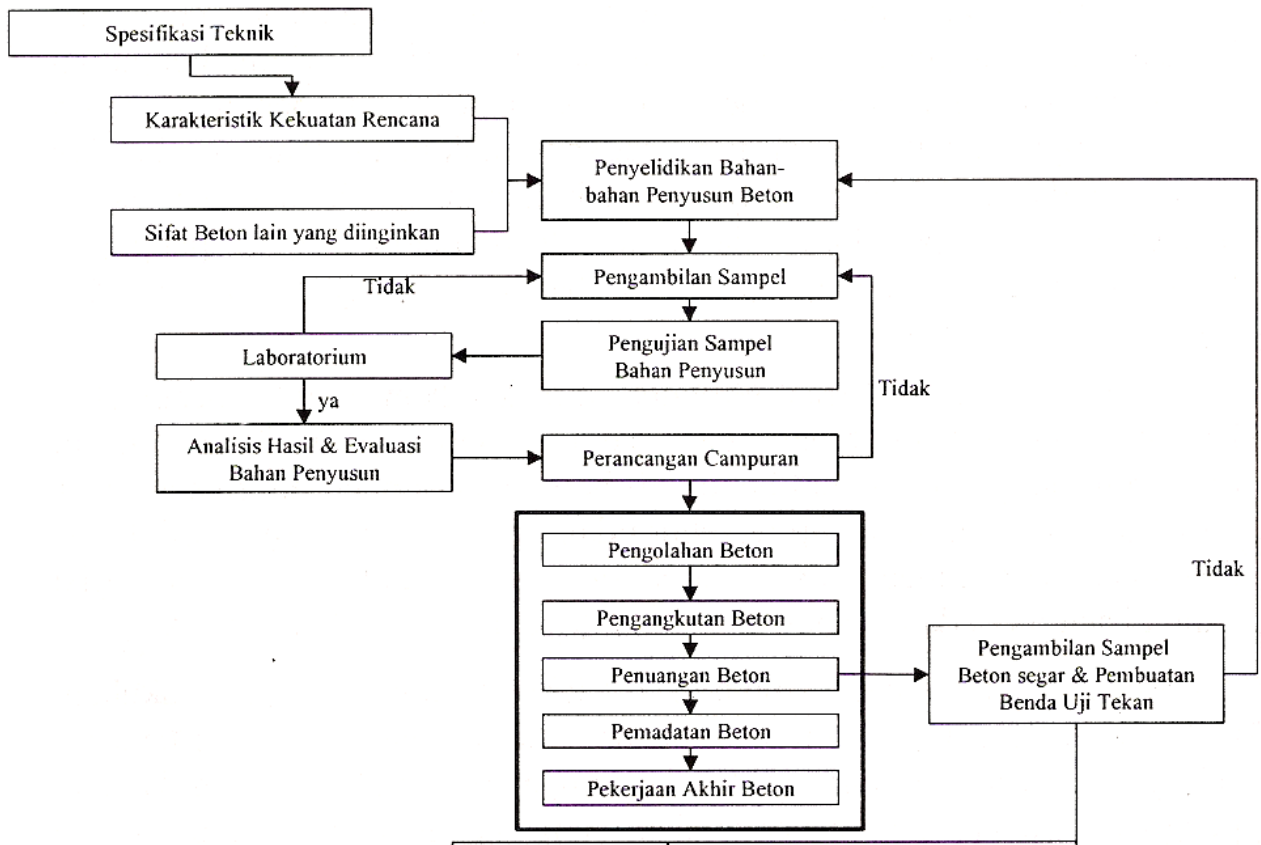
Kinerja beton dipengaruhi oleh sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton. Sehingga kinerja beton harus disesuaikan dengan kategori bangunan yang dibuat. ASTM membagi menjadi tiga kategori yaitu : rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang menggunakan beton tinggi.

Menurut SNI T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 MPa boleh menggunakan campuran 1 semen: 2 pasir: 3 batu pecah/ kerikil dengan *slump* untuk mengukur kemudahan pengerjaannya tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 MPa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaan beton dengan kekuatan tekan lebih besar dari 20 MPa harus menggunakan campuran berat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *Concrete and concrete-making materials*) :

1. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis.
2. Kekuatan tekan.
3. Durabilitas atau keawetan.

K. Aktivitas Pengerjaan Beton



Gambar 6.3 *Bagan Alir Aktivitas Pengerjaan Beton*

BAB VII

KEBUTUHAN PENYELIDIKAN

A. Uraian Umum

Penyelidikan terhadap bahan – bahan penyusun beton dilakukan untuk memahami sifat dan karakteristik bahan – bahan tersebut serta untuk menganalisis dampaknya terhadap sifat dan karakteristik beton yang dihasilkan, baik beton segar, beton muda, ataupun beton yang sudah mengeras.

Penyelidikan bahan ini meliputi penyelidikan bahan semen, air, agregat halus, agregat kasar ataupun penyelidikan bahan tambah. Beberapa standard dapat diadopsi dari prosedur standard untuk penyelidikan bahan-bahan tersebut, seperti SNI, ASTM, ACI, dan sebagainya.

TEKNOLOGI BETON

B. Proses Penyelidikan

Proses penyelidikan dalam pekerjaan beton meliputi semua tahapan yang dimulai dari penyelidikan dan pencarian sumber material, pengambilan contoh uji (sampel), pengujian bahan, perancangan komposisi, pengadukan, pengambilan contoh uji beton segar, perawatan, dan pengujian beton keras.

C. Prosedur Standard

1. Standar Nasional Indonesia (SNI)

Menurut Standar Nasional Indonesia, pengujian bahan tertuang dalam Pedoman Beton 1989 (*draft konsesus*) mengenai persyaratan pelaksanaan konstruksi. Ketentuan yang sudah dibakukan dan menjadi syarat standar, antara lain :

- a. Semen, air, dan agregat harus memenuhi ketentuan dalam SK.SNI.S-04-1989-F spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam) meliputi spesifikasi tentang perekat hidrolis, air, dan agregat sebagai bahan bangunan.
- b. Metode perancangan dalam pembuatan beton harus mengikuti tata cara yang disyaratkan dalam SK.SNI.T-15-1990-03 untuk perancangan campuran beton normal.
- c. Setelah komposisi bahan penyusun beton didapatkan, maka tahapan pengadukan dan pengecorannya juga harus mengikuti SK.SNI.T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton.

2. Standar lainnya (ASTM)

Tabel 7.1 *Standard ASTM untuk Beton dan Pembuatan Material Beton*

Deskripsi	ASTM Standard
<i>Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete</i>	C.172
<i>Method for Sampling and Testing of Hydraulic Cement</i>	C.183
<i>Method for Sampling and Testing Fly Ash for Use as an Admixture in Portland Cement Concrete</i>	C.311
<i>Method for Reducing Field Samples of Aggregate to testing Size</i>	C.702
<i>Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Construction</i>	C.823
<i>Practice for Sampling Aggregate</i>	D.75

<i>Method for Sampling and Testing Calcium Chloride for Roads and Structural Application</i>	D.345
<i>Practice for Random Sampling of Construction Material</i>	D.3665
<i>Practice for Probability Sampling of Material</i>	E.105
<i>Practice for Choice of Sample Size to Estimate The Average Quality of a Lot or Process</i>	E.122
<i>Practice for Acceptance of Evidence Based on the Result of Probability Sampling</i>	E.141

D. Pertimbangan Pengambilan Sampel

Banyak faktor yang mempengaruhi dalam pengambilan dan perencanaan banyaknya sampel uji, antara lain dipengaruhi oleh :

1. Kecenderungan perencana dalam melihat material dilapangan jika kondisi yang ditemukan merupakan kondisi material yang berat, padat, dan kotor mengatakan bahwa sampel tidak dapat digunakan. Hal ini lebih banyak karena kecenderungan subjektivitas atau keputusan perencana sendiri tanpa melalui proses pengujian awal.
2. Banyak kasus pengambilan sampel tanpa memperhatikan kaidah statistic sehingga sampel uji yang diambilpun dapat lebih sedikit karena teknologi yang digunakan sudah otomatis membagi populasi material dalam kelompok-kelompok tertentu.

E. Kualitas Pengujian

Kualitas pengujian sebagai kontrol dalam suatu proses sudah banyak diwujudkan dalam sebuah standar yang meliputi kontrol terhadap kualitas pengambilan sampel, pengujian dan evaluasi penerimaan. Selain hal baku tersebut kualitasnya sangat dipengaruhi oleh system dalam laboratorium itu sendiri.

F. Hirarki Penyelidikan Beton

Secara hirarki penyelidikan dimulai dari saat pengambilan material di sumbernya (*quarry*) yang merupakan penyelidikan pendahuluan. Penyelidikan ini dapat dilakukan dengan pendekatan – pendekatan praktis. Setelah dilakukan analisis kelayakan maka barulah diambil sampel ujinya untuk kebutuhan laboratorium, kemudian dilakukan penyelidikan. Hasilnya dianalisis dan diberikan suatu rekomendasi untuk tahap pengujian selanjutnya. Jika kelayakan hasil uji laboratorium didapat, dilakukan tahapan perancangan komposisi, pengadukan, dan pengambilan sampel uji beton segar serta pengambilan contoh uji untuk tahap pengujian beton keras.

BAB VIII

PERANCANGAN CAMPURAN

A. Uraian Umum

Campuran beton merupakan perpaduan dari komposit material penyusunannya. Karakteristik dan sifat bahan akan mempengaruhi hasil rancangan. Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan – bahan penyusun beton.

B. Kriteria Perencanaan

Kriteria dasar perancangan beton adalah kekuatan tekan dari hubungannya dengan faktor air semen yang digunakan. Menurut Abram untuk menghasilkan kekuatan yang tinggi penggunaan air dalam campuran beton harus minimum. Jika air yang digunakan sedikit akan timbul kesulitan dalam pengerjaan. Pemilihan agregat yang digunakan juga akan mempengaruhi sifat pengerjaan. Butiran yang besar akan menyebabkan kesulitan,

terutama karena akan menimbulkan segregasi, jika ini terjadi kemungkinan terbentuknya rongga-rongga pada saat beton mengeras akan semakin besar.

C. Metode American Concrete Institute

Metode American Concrete Institute mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan dilapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan dan kekuatan pekerjaan beton.

D. Metode Road Note No.4

Cara perancangan ini disimpulkan dari hasil penelitian Glanville yang ditekankan pada pengaruh gradasi agregat terhadap kemudahan pekerjaan.

1. Langkah perancangan

Secara umum langkah perancangan dengan metode ini adalah:

- a. Hitung kuat tekan rata-rata rencana
- b. Tentukan FAS
- c. Buat proporsi agregat dari masing – masing fraksi
- d. Tentukan proporsi antara agregat dengan semenagregat, berdasarkan tingkat kemudahan pengerjaan, diameter maksimum bentuk dan FAS.
- e. Hitung proporsi antar semen , air, dan agregat dengan dasar FAS dan proporsi antara agregat semen.
- f. Kebutuhan dasar dari beton dihitung dari volume absolut, prinsip hitungannya adalah volume beton padat sama dengan jumlah absolut volume bahan – bahan dasarnya.

E. Metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI.T-15-1990-03

1. Kuat Tekan Rencana (Mpa)

Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan silinder. Jika menggunakan kuat tekan dengan hasil uji kubus yang bersisi 150 mm, maka hasilnya dikonversi dengan persamaan :

$$F'c = \{0,76 + 0,2 \log (f'ck/15)\} * f'ck$$

Dimana:

$F'c$ = kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa

$F'ck$ = kuat tekan beton, Mpa, dari uji kubus beton bersisi 150

2. Nilai Tambah atau Margin

Nilai tambah atau margin dihitung menurut rumus $m = k * s$, dimana m adalah nilai tambah, k adalah ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase hasil uji yang lebih rendah $f'c$, dan s adalah standar deviasi. Rumus diatas dapat ditulis kembali menjadi $m = 1,64s$. Jadi kuat tekan rencana yang ditargetkan :

$$F'cr = f'c + 1,64s$$

3. Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat workability.

4. Besar Butir Agregat Maksimum

Besar butir agregat maksimum dihitung berdasarkan ketentuan:

- ✓ Seperlima jarak terkecil antar bidang – bidang samping cetakan
- ✓ Seperlima dari tebal plat
- ✓ Tiga per empat dari jarak bersih minimum diantara batang – batang atau berkas – berkas tulangan

F. Metode Portland Cement Association

Metode desain campuran portland cement association pada dasarnya serupa dengan metode ACI sehingga secara umum hasilnya akan saling mendekati.

G. Metode Campuran Coba-coba

1. Langkah percobaan:
 - a. Tetapkan FAS dengan cara yang dikenal
 - b. Tentukan proporsi agregat campuran, caranya dengan pengujian berat satuan hingga didapatkan proporsi campuran antara agregat halus dan kasar yang akan menghasilkan kepadatan yang maksimum
 - c. Cari proporsi antara pasta semen dengan agregat campuran sehingga didapat kelecakan yang baik
 - d. Uji kuat tekannya pada umur 28 hari
 - e. Jika kuat tekannya tidak sesuai, diulangi lagi dengan koreksi proporsinya

H. Pelaksanaan Campuran Di Laboratorium

Setelah didapatkan proporsi yang sesuai, secara teoritis maka hasil tersebut dilakukan pencampuran di laboratorium dengan membuat silinder beton atau kubus beton.

1. Langkah pelaksanaan:
 - a. Timbang proporsi dari bahan – bahan pencampur dalam satuan berat
 - b. Masukkan proporsi tersebut dalam mixer sesuai dengan tata cara pengadukan beton segar
 - c. Uji kelecakannya dengan uji slump dan uji –uji lain untuk beton segar
 - d. Masukkan adukan kedalam silinder sesuai SK.SNI.T-16-1991-03
 - e. Buka cetakan setelah 24 jam. Lakukan perawatan dengan merendam selama 28 hari

- f. Lakukan uji tekan pada umur 28 hari. Jika ingin diketahui hasil yang cepat, uji kuat tekan dapat dilakukan pada umur 3,7, dan 14 hari.

BAB IX

PENGERJAAN BETON

A. Uraian Umum

Pencampuran bahan – bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan – bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Agar tetap terjaga konsistensi rancangannya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Tahapan pelaksanaan dilapangan meliputi persiapan, penakaran, pengadukan (*mixing*), penuangan atau pengecoran (*placing*), pemadatan (*vibrating*), penyelesaian akhir (*finishing*), dan perawatan (*curing*).

B. Persiapan

Sebelum penuangan beton dilaksanakan, hal pertama yang harus diperhatikan adalah (PB, 1989:27) :

1. Semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton harus bersih.
2. Ruang yang akan diisi dengan beton harus bebas dari kotoran – kotoran yang mengganggu.
3. Untuk memudahkan pembukaan acuan, permukaan dalam acuan boleh dilapisi dengan bahan khusus (lapisan minyak mineral, lapisan bahan kimia (*form release agent*), atau lembaran *polyurethane*).
4. Pasangan dinding beton yang berhubungan langsung dengan beton harus dibasahi air sampai jenuh.
5. Tulangan harus dalam keadaan bersih dan bebas dari segala lapisan penutup yang dapat merusak beton atau mengurangi lekatan antara beton dengan tulangan.
6. Air yang terdapat pada ruang yang akan diisi beton harus dibuang, kecuali apabila penuangan dilakukan dengan tremi atau telah seijin pengawas ahli.
7. Semua kotoran, serpihan beton, dan material lain yang menempel pada permukaan beton yang telah mengeras harus dibuang sebelum beton yang baru dituangkan pada permukaan beton yang telah mengeras tersebut.

C. Penakaran

Beton yang mempunyai kekuatan tekan (f^c) lebih besar atau sama dengan 20 MPa, proporsi penakarannya harus didasarkan atas penakaran berat. Sedangkan beton yang mempunyai kekuatan tekan (f^c) lebih kecil dari 20 Mpa, proporsi penakarannya boleh menggunakan teknik penakaran volume. Tekniknya harus didasarkan atas penakaran berat yang dikonversikan kedalam penakaran volume untuk setiap campuran bahan penyusunnya.

D. Pengadukan (Pencampuran)

Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton segar. Indikasinya adalah warna adukan merata, kelecakan yang cukup, dan tampak homogen. Selama proses pengadukan, harus dilakukan pendataan rinci mengenai jumlah *batch* – aduk yang dihasilkan, proporsi material, perkiraan lokasi dari penuangan akhir pada struktur, dan waktu dan tanggal pengadukan serta penuangan.

Pengadukan (pencampuran) dapat dilakukan dengan cara manual maupun cara mesin.

E. Syarat Pengadukan SK.SNI.T-28-1991-03

Semua jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan beton harus dilengkapi dengan sertifikasi mutu dari produsen. Jika tidak terdapat sertifikasi mutu, harus tersedia data uji dari laboratorium yang diakui. Jika tidak dilengkapi dengan sertifikasi mutu atau data uji hasil, harus berdasarkan bukti dari hasil pengujian khusus atau pemakaian nyata yang dapat menghasilkan beton yang kekuatan, ketahanan, dan keawetannya memenuhi syarat.

Peralatan yang digunakan untuk mengaduk harus memenuhi syarat standar. Alat harus dalam keadaan bersih dan baik, putarannya sesuai dengan rekomendasi, peralatan angkut dan pengecoran dalam kondisi baik dan lancar.

F. Pengangkutan Beton

Pengangkutan beton dari tempat pengadukan hingga ke tempat penyimpanan akhir (sebelum dituang) harus dilakukan sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya pemisahan atau kehilangan material. Alat angkut yang digunakan harus mampu menyediakan beton ditempat penyimpanan akhir dengan lancar tanpa mengakibatkan pemisahan dari bahan yang telah dicampur dan tanpa hambatan yang dapat mengakibatkan hilangnya plastisitas beton antara pengangkutan yang berurutan (PB, 1989:28). Alat angkut bisa berupa ember, dolak, gerobak m dorong, talang, *truck mixer*, *belt conveyor*, *pompa*, dan *tower crane*.

G. Penuangan Adukan

1. Hal yang perlu diperhatikan
 - a. Campuran yang akan dituangkan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan cetakan akhir untuk mencegah segregasi.
 - b. Pembetonan harus dilaksanakan dengan kecepatan penuangan yang diatur sedemikian rupa sehingga campuran beton selalu dalam keadaan plastis.
 - c. Campuran beton yang telah mengeras atau telah terkotori oleh material asing tidak boleh dituang kedalam struktur.
 - d. Campuran beton yang setengah mengeras tidak boleh dituangkan, kecuali telah disetujui oleh pengawas ahli.

- e. Setelah penuangan campuran beton dimulai, pelaksanaan harus dilakukan tanpa henti hingga diselesaikan penuangan suatu panel atau penampang, yang dibentuk oleh batas – bats elemennya atau batas penghentian penuangan yang ditentukan, kecuali diijinkan atau dilarang dalam pelaksanaan siar pelaksanaan (*construction joint*).
- f. Permukaan atas dari acuan yang diangkat secara vertical pada umumnya harus terisi rata dengan campuran beton.
- g. Beton yang dituangkan harus dipadatkan dengan alat yang tepat secara sempurna dan harus diusahakan secara maksimal agar dapat mengisi semua rongga beton.

2. Penuangan yang tertunda

Batas penundaan yang masih dapat ditoleransi adalah sesuai dengan lamanya waktu pengikatan beton. Lamanya waktu pengikatan awal beton selama 2 jam dan pengikatan akhir selama 4 jam. Dengan penundaan selama 2 – 2.5 jam kuat tekan beton masih dapat tercapai.

3. Penuangan beton dalam air

Untuk penuangan beton atau pengecoran dalam air, dapat ditambahkan sekitar 10% semen untuk menghindari kehilangan pada saat penuangan. Penuangan ini dapat dilakukan dengan alat bantu, yaitu karung (*protective sanbag walling*), bak khusus, tremi, katup hydro (*hydro valve*), dan beton pra – susun (*prepacked concrete*).

4. Penuangan beton dengan pemompaan

Penuangan beton dengan pemompaan melalui pipa – pipa sangat menguntungkan apabila cara lainnya tidak bisa dilakukan. Keuntungannya adalah pengurangan tenaga kerja, hasilnya baik jika persiapannya baik, dan produksi kerja akan tinggi jika pompa yang digunakan berkapasitas besar dan baik. Jenis – jenis pompa beton antara lain pompa torak, pompa pneumatic, dan pompa peras – tekan. Alat pompa ini dilengkapi dengan pipa – pipa penghantar beton.

H. Pemadatan Beton

Pemadatan dilakukan segera setelah beton dituang. Kebutuhan akan alat pemadat disesuaikan dengan kapasitas pengecoran dan tingkat kesulitan pengerjaan. Pemadatan dilakukan sebelum terjadinya *setting time* pada beton.

I. Pekerjaan Akhir (Finishing)

Pekerjaan finishing dimaksudkan untuk mendapatkan sebuah permukaan beton yang rata dan mulus. Pekerjaan ini biasanya dilakukan pada saat beton belum tercapai *final setting*, karena pada masa ini beton masih dapat dibentuk. Alat yang digunakan biasanya ruskam, jidar, dan alat – alat perata lainnya.

J. Perawatan Beton (Curing)

Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, mbeton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama tujuh hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama tiga hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang diperecepat.

K. Sifat-sifat Beton Segar

Dalam pengerjaan beton segar, tiga sifat yang penting yang harus selalu diperhatikan adalah kemudahan pengerjaan, *segregation* (sarang kerikil), dan *bleeding* (naiknya air).

L. Pengerjaan Beton pada Cuaca Panas

Karena kondisi Indonesia yang panas, pengaruh cuaca (*weathering*) pada pengerjaan beton akan sangat dominan. Temperature yang tinggi akan mempengaruhi beton segar dan beton keras. Jika tidak diambil langkah – langkah perbaikan, kerugian yang dapat diakibatkan oleh temperature tinggi adalah penggunaan air lebih banyak, kehilangan *slump* dalam waktu yang pendek, *setting* lebih cepat, kesulitan pemadatan, kemungkinan terjadinya *bleeding* lebih besar, penyusutan yang besar diawal pengerasan,

kemungkinan terjadinya *cracking* besar, perlu perawatan pad asaat *setting*, perlu pendinginan material, durabilitas berkurang, dan homogenitas berkurang.

M. Tindakan Pencegahan

Tindakan pencegahan dilakukan agar kekuatan dan sifat – sifat beton segar dapat terjaga. Tindakan pencegahan ini meliputi bahan – bahan pencampur dan pelaksanaan pada beton segar.

N. Hal-hal Penting yang Harus Diperhatikan

1. Pelaksanaan jadwal kerja (*time schedule*)
 - a. Jadwal (*schedule*) pengecoran
 - b. Data pengecoran
 - c. Jumlah pengecoran (kapasitas perjam)
 - d. Alat angkut
 - e. Tenaga kerja (*manpower include with worker*)

2. Persiapan awal pengerjaan
 - a. Kontrol Acuan – Perancah (bekisting), meliputi kekuatan perancah, tangga inspeksi, mpemberian minyak, dan kerataan acuan.
 - b. Kontrol tulangan (rebar), meliputi kebersihan tulangan, selimut beton, panjang penyaluran, sambungan, ikatan, dan jumlah yang harus sesuai dengan gambar struktur.
 - c. Kecukupan tenaga pengecoran
 - d. Alat penerangan
 - e. Syarat administrasi (ijin pengecoran)
 - f. Kontrol material, meliputi material finishing, penanggulangan kropos akibat slidding untuk pengecoran dengan slip – form, ketersediaan material (air, PC, agregat, dan bahan tambah).

- g. Alat pengecoran, meliputi alat aduk, alat angkut, alat pemadatan, dan alat finishing.
 - h. Metode pelaksanaan, meliputi metode penuangan, pemadatan, *finishing*, dan metode perawatan.
 - i. Lingkungan, yaitu kondisi cuaca dan pekerjaan – pekerjaan disekitarnya.
3. Pelaksanaan
- a. Kontrol kondisi material di *stock field*, meliputi kecukupan dari material yang ada disesuaikan dengan kebutuhan beton jadi, kontrol cek dengan hasil uji laboratorium tentang material penyusun beton.
 - b. Pengambilan contoh beton segar untuk menguji konsistensi dan kelecakan (*slump test*), *bleeding*, segregasi, ketepatan campuran, dan pembuatan benda uji.
 - c. Tindakan perbaikan segera yang meliputi cara perbaikan dan material yang digunakan.
 - d. Lingkungan
4. *Quality control*
- a. Pemeriksaan secara regular material dilapangan atau digudang
 - b. Pengambilan contoh uji (specimen) secara acak
 - c. Pendataan lengkap untukj setiap uji contoh

BAB X

PENGUJIAN BETON

A. Uraian Umum

Pengambilan contoh uji dan pengujian dalam pelaksanaan pekerjaan beton secara umum dapat dibagi menjadi tiga kegiatan. Pertama, pengambilan contoh dan pengujian material penyusun beton. Kedua, pengambilan contoh dan pengujian beton segar dan pengaruhnya nanti setelah beton mengeras. Ketiga, pengambilan contoh dan pengujian beton keras. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kekuatan dari struktur yang direncanakan dan langkah perbaikan selanjutnya.

B. Pengambilan Contoh Material

1. Portland Cement

Pengambilan contoh uji semen dilakukan secara acak (random). Untuk semen zak yang telah disimpan cukup lama dalam gudang, perlu dilakukan pengambilan sampel, begitupun untuk semen curah.

2. Agregat

Pengambilan contoh uji dalam agregat pun harus dilakukan secara acak, namun karena variabilitas sumber agregat yang tinggi maka pengambilan contoh pun bergantung pada tempat asal agregat.

3. Air

Contoh air harus mewakili aspek homogenitas. Pelaksanaannya dapat dilakukan secara regular. Pengujian khusus untuk air jarang dilakukan karena secara visual kita dapat menentukan layak tidaknya air tersebut.

4. Bahan tambah

Bahan tambah diuji sesuai dengan manualnya.

C. Pertimbangan Statistik

Dasar – dasar statistik yang digunakan untuk perencanaan beton dan materialnya digunakan untuk mengontrol karakteristik material. Variable nilai statistic yang seringkali digunakan dalam pekerjaan beton adalah variable mean (rata – rata aritmetik) dan standar deviasi. Rata – rata aritmetik digunakan untuk melihat kecenderungan dari data berdasarkan nilai tengahnya, sedangkan kecenderungan penyimpangan yang diijinkan dilihat dari standar deviasinya.

D. Pengujian Material

Pengujian material penyusun beton meliputi pengujian terhadap Portland Cement, air, agregat, dan bahan tambah (*admixture/additive*). Bentuk dan cara pengujian disesuaikan dengan rencana metode perancangan campuran beton yang digunakan. Menurut SNI, pengujian material ini harus mengikuti SK.SNI-S-04-1989-F.

E. Pengujian Bahan Penyusun Beton

Tabel 10.1 *Beberapa standar pengujian bahan menurut ASTM*

Pengujian	ASTM Standar
Semen Portland	
Tes kuat tekan mortar dengan kubus 50 cm	C.109
Analisis kandungan kimia dengan semen hidrolis	C.114

Kehalusan butir dengan Turbidimeter	C.115
<i>Autoclave Ecpansion</i>	C.151
Tata cara pengambilan sampel	C.183
Kandungan udara dalam mortar semen	C.185
Panas hidrasi	C.186
Waktu pengikatan dengan jarum vicat	C.191
Kehalusan butir dengan alat permeabilitas udara	C.204
Waktu pengikatan dengan alat Gillmore	C.226
Pengerasan awal	C.451
Potensial ekspansi (serangan sulfat)	C.452
Kadar optimum SO ₃	C.563
pengujian ekspansi dengan batangan mortar dalam air	C.1038
Air	
Kuat tekan kortar	C.109
Kandungan kimia maksimum	D.512
Kandungan sulfat	D.516
Agregat	
Berat isi dan kadar pori	C.29
Kadar zat organik dalam agregat halus	C.40
Kadar zat organik dalam agregat halus terhadap kuat tekan mortar	C.87
Ketahanan terhadap Sodium sulfat atau Magnesium sulfat	C.88
Kehalusan butir no. 200 (75 µm) dengan pencucian dan ayakan	C.117
Butiran ringan dalam agregat	C.123
Ketahanan degradasi dengan Los Angeles mesin	C.131
Analisa ayak	C.136
Kadar lumpur	C.142
Serangan alkali dengan batangan mortar	C.227
Serangan alkali dengan metode kimia	C.289
Agregat ringan untuk struktur beton	C.330
Agregat ringan untuk pekerjaan batu	C.331
Perubahan volume	C.342
Ketahanan terhadap abrasi dan impact	C.535

F. Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar pada umumnya meliputi pengujian *slump*, *bleeding*, dan berat isi.

Tabel 10.2 *Beberapa standar pengujian beton segar menurut ASTM*

Pengujian	ASTM Standar
Berat isi dan kandungan udara	C.138
Slump test	C.143
Pengambilan beton segar	C.172
Kandungan udara dalam beton segar dengan metode volumetric	C.173
Kandungan udara dengan metode tekanan	C.231
Bleeding	C.232
Kadar semen dalam beton segar	C.1078

Kandungan air dalam beton segar	C.1079
---------------------------------	--------

G. Pengujian Beton Keras

Tabel 10.3 Beberapa standar pengujian beton keras menurut ASTM

Pengujian	Standar ASTM
Pembuatan dan perawatan benda uji	
Capping silinder	C.617
Pembuatan dan perawatan benda uji dilapangan	C.31
Pembuatan dan perawatan benda uji dilaboratorium	C.192
Pengujian kuat tekan	
Agregat ringan	C.495
Silinder hasil contoh uji lapangan	C.873
Hasil kuat lentur balok	C.116
Silinder	C.39
Pengujian modulus elastisitas	C.215
Kuat lentur	
Penekanan pada titik pusat balok sederhana	C.293
Dengan tiga titik	C.78
Kuat lentur beton serat	C.1018

H. Banyak Contoh Uji

Pengambilan contoh dan pengujian beton segar, dilaksanakan setelah komposisi dari suatu campuran beton didapatkan. Selanjutnya, dilakukan pengujian sifat – sifat dari beton segar dan pengaruhnya nanti setelah beton mengeras. Jumlah pengambilan contoh beton untuk uji kuat tekan dari setiap mutu beton yang dituangkan pada satu hari harus diambil tidak kurang dari satu kali, dengan benda uji berpasangan.

I. Spesimen Uji yang Dirawat di Laboratorium dan Lapangan

Pengambilan contoh uji kuat tekan beton harus dilakukan sesuai dengan ketentuan dari “*Method of Sampling Freshly Mixed Concrete*” ASTM C.172. atau memenuhi syarat “Tata Cara Pembuatan Benda Uji untuk Pengujian Laboratorium Mekanika Batuan” SK.SNI.T-16-1991-03. Prosedur perawatan harus ditingkatkan jika hasil uji menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton 85% pada umur yang telah ditetapkan.

BAB XI

EVALUASI PEKERJAAN BETON

A. Uraian Umum

Evaluasi penerimaan pekerjaan beton merupakan suatu proses untuk melihat hasil dan menganalisis pengujian yang telah dilakukan. Evaluasi ini meliputi evaluasi terhadap kualitas bahan-bahan penyusunnya, kualitas beton segar, dan kualitas beton keras.

B. Statistik

Elevasi statistik dimaksudkan untuk melihat hasil pengujian data melalui survei sampel ataupun pengujian langsung dilaboratorium dengan pendekatan atau kaidah statistik.

C. Distribusi Data

1. Populasi dan Sampel

Pengertian populasi dalam statistik adalah suatu kelompok data dengan sifat dan karakteristik yang diduga sama, sedangkan pengertian sampel adalah data individu dalam kelompok yang mempunyai peluang untuk dipilih sebagai data.

2. Distribusi Frekuensi

Data statistik yang diperoleh melalui survei sampel atau hasil percobaan biasanya terdiri dari kumpulan data numerik yang kasar dan tidak teratur. Maka data tersebut harus diatur menurut suatu cara, yaitu melihat distribusinya yang menggambarkan suatu pola tertentu.

D. Pengujian Persyaratan Analisis

Sebelum data dianalisis untuk pengujian hipotesis yang berbentuk korelasi, ada beberapa persyaratan yang perlu dipenuhi, yaitu keacakan sampel, kenormalan distribusi, keberartian model regresi, dan kelinieran garis regresi.

1. Uji Normalitas

Data hasil penyelidikan bahan, beton segar ataupun beton keras secara statistik harus di uji mengenai normalitasnya. Uji normalitasnya dapat mengikuti pengujian non-parametrik. Hasil uji kemudian dibuat suatu hubungan sebab akibat dapat berbentuk regresi linear dan dianalisis kekuatan hubungan tersebut.

2. Pengujian Keberartian Model

Keberartian suatu model dalam statistik haruslah di uji melalui pengujian hipotesis. Hal tersebut dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu koefisien korelasi sederhana, rumus produk momen dapat digunakan jika garis persamaan regresi sederhana yang dihasilkan berbentuk linier. Persamaan regresi sederhana yang dihasilkan kemudian di uji keberartian untuk linieritasnya.

E. Penyelidikan Hasil Uji Kekuatan rendah

Pada beton yang telah di uji nilai kekuatannya ternyata rendah, harus diambil langkah untuk memastikan bahwa kapasitas daya dukung dari sruktur tidak membahayakan. Jika menunjukkan hasil yang membahayakan maka dilakukan tindakan pengambilan contoh melalui bor inti pada daerah yang dipertanyakan (membahayakan). Setiap contoh uji diambil tiga buah eksperiment.

Beton yang di uji dengan spesimen bor inti, kekuatan tekan rata- ratanya harus lebih besar dari 85% dari kekuatan rencana dan tidak satupun benda ujinya kurang dari 75%. Jika hasil dari bor inti inipun tak memenuhi syarat, pengawas dapat melakukan uji beban.

F. Evaluasi Kuat Tekan

Elevasi dilakukan untuk menjamin kerjanya komposisi dari campuran, tingkat kemudahan pengerjaan dan kekuatan beton nantinya. Elevasi ini meliputi pengaruh suhu, lingkungan setempat, pengaruh dari lokasi pekerjaan dan hal – hal yang menyebabkan sifat sifat dari beton segar berubah, yang pada akhirnya menyebabkan pengaruh pada kekuatan struktur. Elevasi dilakukan terhadap hasil dari:

1. Pengujian silinder dan kubus yang dilakukan di laboratorium
2. Pengujian langsung dengan *core drill* atau *mondesstructive test*
3. Pengujian beban langsung

BAB XII

PERAWATAN DAN PERBAIKAN STRUKTUR BETON

A. Uraian Umum

Beton yang telah dibuat menjadi struktur , harus dirawat sedemikian rupa selama usia strukturnya. Tindakan-tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut.

B. Kerusakan-kerusakan pada Beton

1. Kerusakan Akibat Pengaruh Mekanis

Pengaruh mekanis yang paling umum adalah gempa. Beton harus direncanakan agar dapat berperilaku duktail (mempunyai sifat daktilitas).

TEKNOLOGI BETON

dampak yang timbul dapat berupa goresan – goresan (retak rambut) akibat pengaruh bahan dan getaran yang kecil (ledakan) sampai ke kerusakan hancur (gempa tinggi). Untuk menghindari hal ini strukturnya harus mengikuti SK.SNI.T-15-1991-03 mengenai tata cara perancangan bangunan gedung.

2. Kerusakan Akibat Pengaruh Fisika

Kerusakan ini akibat pengaruh temperatur yang dapat menimbulkan kehilangan panas hidrasi dan kebakaran. Kerusakan lainnya akibat waktu dan suhu misalnya *creep & crack* serta penurunan yang tidak sama pada tanah dasarnya.

3. Kerusakan Akibat Pengaruh Kimia

Kerusakan ini umumnya paling banyak muncul pada struktur beton. Kerusakan ini berkaitan langsung dengan struktur dan lingkungan setempat, misalnya, akibat korosi, tingkat keasaman yang tinggi, dan lainnya.

C. Pemeriksaan dan Perawatan Kemudian

Kerusakan umumnya terjadi 50% pada tahapan desain. Untuk meneliti kerusakan pada tahapan berikutnya (*preventive action*) setelah struktur jadi maka perlu dilakukan tindakan pemeriksaan secara berkala selama lima tahun sekali.

D. Metode Pemeriksaan

1. Pemeriksaan visual

Pemeriksaan visual ditujukan pada tempat – tempat rawan (akibat korosi) misalnya, elemen tipis, pemasangan pagar berkisi, saluran air, balkon (konsol), sambungan – sambungan. Hasilnya ditabelkan pada tabel kerusakan dan penyebabnya.

Tabel 12.1 Kerusakan dan Penyebab

No	Kerusakan	Penyebab
1	Retak halus keliatan (retak rambut)	Kering-susut, hidrasi, kelebihan beban struktur, dan deformasi tak sempurna
2	Rongga dalam beton	Segresi, penguapan tak sempurna
3	Permukaan berpasir (<i>laitance</i>)	Bleeding, kurang perawatan
4	Kerusakan setempat	Beban mekanis (gempa)
5	Karat	Korosi
6	Bintik - bintik coklat diretakan	Pengaruh klorida

2. Pemeriksaan detail

- a. Pengukuran selimut beton dengan *steel detector*.
- b. Pengukuran karbonat dengan pengujian bor inti (*core-drill*).
- c. Pengukuran kadar klorida dari contoh uji bor inti.
- d. Pemeriksaan kekerasan dan permeabilitas (*permeability*) beton.

E. Perawatan dan Tindakan Perbaikan

1. Perawatan

Perawatan dapat berupa pemberian lapisan pelindung agar gangguan luar dapat diperkecil. Perlindungan ini dapat berupa pengecatan (*coating*), pemlesteran, pemberian lapisan penutup karet dan baja.

2. Perbaikan

Tindakan perbaikan dapat berupa pengasaran lapis permukaan, penghancuran bagian yang rusak dan menggantinya dengan beton baru (*demolition*) dan membuang sedikit bagian yang rusak (*chipping*), *sandblasting* (pengamplasan), ataupun pemberian lapisan pada permukaan yang diperbaiki (*coating*). Tindakan ini menggunakan mutu bahan yang lebih tinggi dari mutu beton yang diperbaiki, misalnya menggunakan *cement grout*.

BAB XIII

AGREGAT RINGAN

A. Uraian Umum

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai kepadatan sekitar 300 – 1850 kg/m. Agregat ringan biasanya digunakan atas pertimbangan ekonomis dan struktural. Secara struktural pertimbangan didasarkan atas biaya produksi untuk menghasilkan agregat ringan dan pengerjaan struktur betonnya sendiri.

B. Klasifikasi Agregat Ringan

Menurut ASTM C.330 agregat ini dibedakan menjadi :

1. Agregat yang dihasilkan dari pembekahan, kalsinasi atau hasil sintering. Misalnya tanah liat, abu terbang , lempung.

2. Agregat yang dihasilkan melalui pengolahan bahan alam. Misalnya skoria, batu apung atau tuff.

C. Agregat Alami

Kelompok utama agregat ringan alami meliputi jenis – jenis agregat diatomite, pumice (batu apung), scoria, yang semuanya termasuk batuan asli vulkanik.

D. Agregat Buatan

Sebagai bahan pengganti agregat ringan alami dapat digunakan agregat buatan. Kelompok utama dari agregat buatan adalah agregat yang berasal dari hasil pemanasan, dari hasil pendinginan dan dari hasil industri cinder.

E. Komposisi Kimia dan Fisika

Komposisi kimia dalam agregat ringan struktural haruslah memenuhi syarat kimia dan fisika yaitu:

Tabel 13.1 *Persyaratan Kimia*

No	Uraian	Persyaratan
1	Kandungan organik dalam agregat menggunakan NaOH 3%	Lebih terang dibandingkan dengan warna standar
2	Fe ₂ O ₃ dalam 200 gram, maks	1,5 mg
3	Hilang pijar	5%

No	Uraian	Persyaratan
1	Kandungan lumpur dalam berat kering	2%
2	Butiran halus dalam agregat, maks	7%
3	Berat isi kering udara (kg/)	

• Agregat halus	1120
• Agregat kasar	880
• Gabungan	1040

F. Gradasi Agregat

Apabila digunakan agregat ringan sebagai campuran beton, maka agregat harus memenuhi ketentuan dan syarat –syarat dari ASTM C.330-80.

G. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan Menurut SNI: 03-3449-1994

Tabel 13.2 *Batas Kekuatan Konstruksi Beton Ringan*

Konstruksi beton ringan	Kuat tekan	Berat isi	Jenis agregat
Struktural			Agregat ringan dibuat melalui proses pemanasan dari suatu serpih, lempung dan abu terbang.
• Minimum	17,24	1400	
• Maksimum	41,36	1860	
Struktural ringan			
• Minimum	6,89	800	Agregat ringan lama:scoria atau batu apung
• Maksimum	17,24	400	

Struktural sangat ringan	-	-	
• Minimum	-	800	Perlit atau vernikulit
• maksimum			

H. Persyaratan Agregat Ringan Struktural Menurut ASTM C.330

1. Agregat ringan dikelompokkan menjadi 2 :
 - a. Dihasilkan dari pembekahan, kalsinasi atau hasil sintering. Misalnya tanah liat, abu terbang.
 - b. Agregat yang dihasilkan melalui pengolahan bahan alam. Misalnya scoria
2. Berat satuan maksimum pada saat kering dan diisi gembur adalah:
 - a. Agregat halus 1120 kg/m
 - b. Agregat kasar 800 kg/m
 - c. Agregat gabungan 1040 kg/m
3. Kandungan bahan yang berpengaruh buruk :
 - a. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%
 - b. Kadar organik yang di uji dengan larutan NaOH 3% harus menghasilkan warna yang lebih muda jika dibandingkan dengan larutan pembandingnya
 - c. Noda karat yang secara visual warnanya lebih pekat dari warna standar pengujian pada ASTM C.641, harus di uji secara kimia
 - d. Bagian yang hilang jika dilakukan pemijaran tidak boleh lebih dari 5 %

I. Kekuatan Tekan Agregat Ringan

Kekuatan tekan hasil uji beton yang menggunakan agregat ringan diambil berdasarkan rata – rata tiga benda uji. Rata- rata kekuatan tekan minimum yang harus dimiliki beton yang menggunakan agregat ringan didasarkan berat isi kering maksimum.

J. Metode Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural

Metode ini digunakan untuk menentukan isi dari beton ringan struktural, memuat persyaratan, cara uji dan perhitungan berat untuk tujuan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi beton. Berat isi beton ringan struktural adalah berat isi beton maksimum 1900 kg/m untuk penggunaan sebagai komponen struktur.

BAB XIV

BETON MUTU TINGGI

A. Uraian Umum

Sesuai dengan perkembangan teknologi beton yang begitu pesat, ternyata kriteria beton tinggi juga berubah sesuai dengan perkembangan jaman dan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai.

B. Faktor yang Harus Diperhatikan

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun aditif (mineral).

C. Kendala dan Permasalahan yang sering dihadapi

Pelaksanaan pembuatan beton yang bermutu tinggi masih terdapat banyak kendala dan permasalahan. Berdasarkan pengamatan lapangan permasalahan tersebut diantaranya:

1. Kegagalan mutu beton mencapai target kuat tekan sebagaimana yang disyaratkan, terutama untuk beton cor ditempat dengan kuat tekan lebih dari 60 Mpa
2. Keseragaman dan ketidakteraturan mutu dan kecacakan beton yang dihasilkan untuk suatu element yang dihasilkan masih sangat kecil
3. Kehilangan nilai slump antara saat pengadukan sampai penuangan beton

Keseragaman mutu beton yang dihasilkan amat penting dicapai dalam pembuatan beton mutu tinggi. Dalam hal ini, ACI memberikan batas kontrol keseragaman beton dalam deviasi standar sebesar 3,5 – 5 Mpa.

Kehilangan nilai slump dalam suatu produksi beton akan menyebabkan masalah dalam beton segar yaitu kecacakan beton akan menurun, pengecoran beton yang tidak sempurna, pemadatan yang tidak optimal, kemungkinan akan terjadi segregasi, kesulitan pemompaan untuk produksi yang besar dan bertingkat tinggi.

D. Agregat Buatan

Rumus untuk memperkirakan kuat tekan mortardan beton mutu tinggi secara empiris telah dibuat oleh Rene Feret, yaitu :

$$kg * Rc / \left(1 + \frac{3,1 \frac{w}{c}}{\{1,4 - 0,4 \exp(-\frac{11}{c})\}^2} \right)$$

$$Bc = \frac{Rc}{1 + \frac{3,1 w/c}{\{1,4 - 0,4 \exp(-\frac{11s}{c})\}^2}}$$

F'_c = kuat tekan silinder beton pada 28 hari

R_c = kuat tekan mortar semen umur 28 hari

w/c = rasio air semen dalam berat

s/c = rasio kadar mikrosilika terhadap berat semen

B_c = berat dasar kuat tekan beton

K_g = konstanta dasar campuran beton yang besarnya tergantung dari tipe agregat yang digunakan dan kondisi lokal lainnya

BAB XV

JENIS BETON LAINNYA

A. Uraian Umum

Beton dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan beratnya yaitu beton berat, beton sedang, dan beton ringan. Berdasarkan volumenya beton dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu ringan, berat, normal.

B. Beton Ringan

Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil pembakaran shale, lempung slates, residu slag, residu batu bara, dan banyak lagi hasil pembakaran

vulkanik (Holm, 1994: 522). Berat jenis agregat ringan sekira 1900 kg/ m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaannya berkisar antara $1440\text{-}1850 \text{ kg/ m}^3$, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa (ACI-318).

C. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai beratIsi lebih besar dari berat normal atau lebih dari 2400 kg/ m^3 . Beton yang mempunyai berat yang tinggi ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan yang lainnya.

D. Beton Massa (*Mass Concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan massif misalnya bendungan, kanal, pondasi, jembatan dll. Batuan yang digunakan dapat lebih besar dari yang disyaratkan sampai 150mm, dengan slump rendah yang akan mengurangi jumlah semen.

1. Ferro-cement

Adalah bahan gabungan yang diperoleh dari campuran beton dengan tulangan kawat ayam/ kawat yang di anyam. Beton jenis ini akan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan daktail, serta lebih waterproofing.

Kelebihan ferro cement :

- a. Struktur ringan dan tipis dimana reduksi berat sendiri sampai dengan 30 % dan rebar sekitar 15%,
- b. Memungkinkan untuk dipabrikasi,
- c. Kemudahan pengerjaan,
- d. Dan penghematan bahan cetakan.

2. Beton serat (*fibre concrete*)

Merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang – batang berukuran 5 – 500 μm dengan panjang sekitar 25mm. Bahan serat dapat berupa serat asbesstos, serat plastik atau potongan baja kawat. Kelemahannya sulit dikerjakan namun lebih banyak kelebihannya antar lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktil dan tahan benturan.

a. Serat Semen

Lembaran serat semen atau lebih dikenal dengan eternit ialah suatu campuran serat tumbuh – tumbuhan dan semen portland atau semen sejenis ditambah air, tanpa atau dengan bahan tambahan lainnya.

Syarat mutu yang harus dipenuhi oleh serat semen adalah :

- 1) Lembaran serat semen harus mempunyai tepi potongan yang lurus, rata, dan tidak mengkerut, sama tebalnya, bersuara nyaring jika disentuh dengan benda keras yang menunjukkan bahwa lembaran tidak pecah atau retak.
- 2) Permukaan lembaran harus tidak menunjukkan retak – retak, kerutan atau cacat lainnya yang dapat mempengaruhi sifat pemakaiannya.
- 3) Bidang potong lembaran harus menunjukkan campuran yang merata, tidak berlobang – lobang.
- 4) Lembaran harus mudah dipotong, digergaji, dan dipalu tanpa terjadinya cact atau keretakan.

b. Bahan Baku Serat Semen

Bahan baku yang dipakai untuk pembuatan serat semen adalah campuran serat tumbuh- tumbuhan, sement portland atau dengan bahan tambahan laiannya. Bahan – bahan tersebut harus memenuhi syarat pengujian mutu bahan untuk beton. Serat yang digunakan untuk pembuatan serat semen adalah serat yang dapat menyerap air.

E. Beton Siklop

Beton jenis ini menggunakan agregat yang besar – besar, sampai 20 cm, batasnya tidak lebih dari 20%. Digunakan untuk pekerjaan beton massa.

F. Beton Hampa (Vacuum Concrete)

Beton vakum adalah beton yang air sisa dari proses hidrasinya sekitar 50%, disedot keluar setelah beton mengeras. Penedotan ini dinamakan vacuum method.

BAB XVI

TANYA JAWAB

A. Pertanyaan

1. Irwan
Apa nama alat pengaduk beton dan dengan alat apa untuk pengambil sampel agregat?
2. Siti
Dengan cara apakah pengawasan beton dilakukan selama pengadukan beton?
3. Hilman
Jelaskan keuntungan aditif mengurangi panas hidrasi?

4. Adit
Bagaimana kriteria campuran beton plastis serta ciri – cirinya?
5. Demas
Bagaimana cara pengecoran dalam air dan faktor apa yang membuat beton itu kuat?

B. Jawaban

1. Jawaban untuk pertanyaan Irwan
Pengadukan beton dapat dilakukan dengan dua cara manual dan mesin. Untuk yang manual biasanya menggunakan cangkul dengan mengaduk campuran beton. Sedangkan dengan mesin dapat dilakukan dengan molen dan truk molen disesuaikan kapasitas dan kondisi di lapangan. Pengambilan sampel cukup diambil beberapa dan dilakukan pengujian.
2. Jawaban untuk pertanyaan Siti
Pengawasan beton dengan kondisi ketika dilapangan haruslah melihat adonan beton tersebut apabila memenuhi syarat boleh digunakan biasanya dilakukan slump test untuk mengetahui adonan beton tersebut apabila kita memesan dari pabrik yang dibawa dengan truk molen. Jadi dibutuhkan pengawasan yang ketat oleh penanggung jawabnya. Setelah itu biasanya adonan beton dicetak pada silinder untuk sampelnya dibawa diuji di laboratorium, agar dapat diketahui apakah beton tersebut memenuhi syarat atau tidak.

3. Jawaban untuk pertanyaan Hilman
Keuntungan aditif dalam mengurangi panas hidrasi adalah beton yang telah dibuat tidak cepat kering sehingga proses pengeringannya stabil karena terlalu cepat kering beton kekuatannya akan berkurang sehingga dibutuhkan namanya bahan tambahan. Agar mempermudah proses beton itu sendiri maupun dari segi kualitas pekerjaannya yang semakin dipermudah oleh bahan tambah
4. Jawaban untuk pertanyaan Adit
Indikasinya adalah warna adukan merata, kelecakan yang cukup, dan tampak homogen
5. Jawaban untuk pertanyaan Demas
Pengecoran dalam air adalah dengan cara membuat bekisting yang dilapisi palstik agar air dari luar bekisting tidak masuk kemudian adukan beton diamasukan sehingga air laut yang didalan beskiting akan keluar sehingga hanya beton saja yang ada.
Faktor kekuatan beton ditentukan dengan faktor air semennya

BAB XVII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Beton pada dasarnya mempunyai karakteristik tertentu sehingga dalam penggunaan beton sendiri harus memahami sifat, kekuatan, kelemahan, penanganannya, perawatannya dan sebagainya. Hal tersebut di dapat dari inovasi teknologi beton yang berkembang karena penggunaan beton dalam pekerjaan konstruksi harus disesuaikan dengan kondisinya serta efektifitas dalam menggunakan maupun pekerjaan serta biaya.

B. Saran

Bahwa materi teknologi beton ini masih cukup luas dan selalu ada pembaharuan sehingga diperlukan penggalian informasi dan ilmunya dari berbagai sumber yang terdepan, dan juga harus tetap mengacu pada persyaratan atau ketentuan yang berlaku sekarang ini. Sehingga dengan cara ini penggunaan beton dapat lebih efektif dan juga dapat dilakukan dengan beberapa metode sehingga dalam pelaksanaannya dapat mempermudah untuk pekerjaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

Mulyono, Tri. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : ANDI, 2004

Tjokrodimuljo, Kardiyono. (1992). *Bahan Bangunan*.

PEDC, *Teknologi Bahan 1, 2, dan 3, Edisi Kedua*, Bandung: PEDC, 1983.

Heryanto, Budy. (2002). *Laporan Praktek Pada Pembangunan BCA*.

SNI. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.