

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di dunia konstruksi terutama di Indonesia. Dalam dunia konstruksi bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus, agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau sejenis agregat lain) dan semen yang disatukan dengan air dengan perbandingan tertentu.

Menurut Samekto dan Rahmadiyanto (2001) beton dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

2.2 Beton Normal

Ditinjau dari berat isi beton, beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg /m³ yang menggunakan agregat alam yang di pecah atau tanpa di pecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2834-1993).

Bila di tinjau dari kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder diamter 150mm dan tinggi 300mm).

2.3 Meterial Penyusun Beton

a. Semen

Semen yang biasa digunakan pada campuran beton atau disebut juga semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksida besi, dan oksida lain. Jika bubuk tersebut dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran semen dengan air disebut dengan pasta

semen. Jika pasta semen dicampur dengan pasir, maka dinamakan mortar semen.

1) Jenis – jenis semen portland

Ditinjau dari penggunaannya, menurut ASTM C-150 semen portland dapat dibedakan menjadi lima, antara lain :

Tipe I – semen portland jenis umum (*normal portland cement*)

Yaitu jenis semen portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.

Tipe II - semen jenis umum dengan perubahan-perubahan (*modified portland cement*)

Semen ini memiliki panas hidrasi yang lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen jenis I. Jenis ini digunakan untuk bangunan-bangunan tebal, seperti pilar dengan ukuran besar, tumpuan dan dinding penahan tanah yang tebal. Panas hidrasi yang agak rendah dapat mengurangi terjadinya retak-retak pengerasan. Jenis ini juga digunakan untuk bangunan - bangunan drainase di tempat yang memiliki konsentrasi sulfat agak tinggi.

Tipe III – semen portland dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength portland cement*)

Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan atau yang acuannya perlu segera dilepas. Selain itu juga dapat dipergunakan pada daerah yang memiliki temperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin

Tipe IV – semen portland dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*)

Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Kekuatannya tumbuh lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi besar.

Tipe V – semen portland tahan sulfat (*sulfate resisting portland cement*).

Jenis ini merupakan jenis khusus yang maksudnya hanya untuk penggunaan pada bangunan-bangunan yang kena sulfat, seperti di tanah atau air yang tinggi kadar alkalinya. Pengerasan berjalan lebih lambat daripada semen portland biasa.

b. Air

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

Menurut SNI-03-2847-2002 tentang air yang dapat digunakan pada campuran beton harus bersih dari bahan – bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan – bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut ini terpenuhi :

- 1) Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber daya yang sama.
- 2) 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 dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, kecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50mm)” (ASTM C 109).

c. Agregat

Agregat umumnya menempati 70 - 80% dari isi beton total. Karena itu, meskipun agregat tidak ikut bereaksi dengan pasta semen, agregat mempunyai pengaruh penting pada sifat-sifat beton segar maupun beton-beton keras. Agregat merupakan bahan berbutir yang umumnya berasal dari batu alam bentuk batu pecah atau koral dan pasir.

Dalam SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

- 1) Agregat halus diameter 0-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi:
 - (a) Pasir halus: diameter 0-1 mm
 - (b) Pasir kasar: diameter 1-5 mm
- 2) Agregat kasar diameter ≥ 5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm, disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi “alami” batuan atau hasil dari industri pemecah batu.

3) Agregat kasar

Agregat disebut agregat kasar jika butiran ukurannya sudah melebihi 4,75 mm (No.4 ASTM Sieve). Dalam merancang proporsi campuran beton, agregat kasar perlu diperhatikan secara khusus karena agregat kasar sangat mempengaruhi sifat mekanis beton dibandingkan dengan material lainnya, agregat kasar menempati volume terbesar di dalam beton. Oleh karena itu, agregat kasar yang digunakan harus cukup keras, bebas dari retakan, bersih dan permukaan tidak tertutup lapisan.

Sifat-sifat fisik agregat kasar juga mempengaruhi karakteristik lekatan antara agregat dan mortar serta kebutuhan air pencampur. Lekatan yang lebih kuat dihasilkan bila luas permukaan material semakin luas dan heterogen

Pemeriksaan karakteristik agregat kasar [ASTM, 1993], yaitu:

- Gradasi (ASTM C33-92a)
- *Specific gravity dan absorpsi* (ASTM, C127-88)
- *Unit weight* (ASTM, C92-91a)
- Kadar air (ASTM, C566-89)

4) Agregat Halus

Agregat disebut agregat halus jika butirannya kurang dari sama dengan 4,75mm (No.4 ASTM, Sieve) seperti halnya agregat kasar, bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus sangat mempengaruhi kebutuhan permukaan air dan sifat-sifat mekanik beton. Pemeriksaan karakteristik agregat halus [ASTM, 1993], yaitu:

- Gradasi (ASTM C33-92a)
- *Specific gravity dan absorpsi* (ASTM, C127-88)
- *Unit weight* (ASTM, C92-91a)
- Kadar air (ASTM, C566-89)
- *Finess Modulus* (ASTM C33-92a)

2.4 Batu Kapur

Batu kapur atau batu gamping terbentuk melalui proses pengendapan cangkang siput, foraminifera atau ganggang atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Mineral carbonat yang terdapat pada batu kapur umumnya berjenis aragonit (CaCO_3) yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit. Mineral lainnya yang biasa ditemukan pada batu kapur adalah Siderit (FeCO_3), Ankererit ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) dan Magnesit (MgCO_3).

Secara umum bentuk fisik dari batu kapur itu sendiri dapat dideskripsikan sebagai berikut :

- 1) Berwarna putih, putih kecoklatan dan putih keabuan
- 2) Kilap kaca dan tanah
- 3) Terdapat goresan putih
- 4) Bidang belahan yang tidak teratur
- 5) Secara umum keras, kompak dan sebagian berongga.
- 6) Nilai kekerasan berdasarkan jenisnya

Tabel 2.1 nilai kekerasan batu kapur

Kalsit	Aragonit	Dolomit	Magnesit
Mohs 3	Mohs 3,5 - 4	Mohs 3,5 - 4	Mohs 3,5 – 4,5

(sumber : Bahan Bangunan 2 Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2008)

Kegunaan batu kapur pada umumnya cukup banyak, namun yang sering dipakai untuk bahan bangunan ialah sebagai berikut :

- 1) sebagai perekat mortar, plesteran, hamparan aspal, stabilisasitanah/jalan dan isndustri batu kapur pasir.
- 2) sebagai agregat beton dan batu bangunan/pondasi.
- 3) untuk netralisasi pada destilasi kayu, penjernih air kotor
- 4) bahan pelebur dalam baja (open heart) dan pembuatan keramik

Pemilihan material batu kapur didasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang membuktikan bahwa penggunaan batu alam dapat menjadi alternatif agregat kasar pada campuran beton normal. Kuat tekan beton dengan menggunakan batuan kapur sebagai agregat kasar lebih tinggi dari persyaratan yang dimiliki beton kelas II (Sujatmiko, 2008). Selain itu, menurut Zuraidah (2006) batu kapur yang digunakan pada beton menghasilkan kualitas yang masih berada pada mutu beton kelas II.

Pada penelitian ini diharapkan penggunaan batu kapur Baturaja sebagai alternatif agregat kasar dapat meningkatkan mutu beton dengan kuat tekan yang dihasilkan lebih besar dari beberapa penelitian terdahulu.

2.5 *Workability*

Segala aspek yang berhubungan dengan beton segar dan peranan dari pada saat pemilihan material penyusun hingga sampai finishing disebut dengan *workability*.

Workability beton dapat didefinisikan sebagai cara mudah dimana beton dapat dipindahkan dari mixer hingga struktur yang akan dibebankan kepada campuran beton tersebut. *Workability* ini merepresentasikan sebagai kemampuan beton untuk dicampur, dipindahkan, dan sebagainya dengan kehilangan sifat homogenitasnya (menyatunya campuran semua material yang menyusun beton tersebut) secara minimum.

Workability biasa dibagi menjadi tiga karakteristik independen yang umum digunakan, yaitu:

- 1.) *Consistency*, *workability* tergantung dari komposisi penyusun beton segar tersebut, karakter fisik dari campuran semen dan agregat.
- 2.) *Mobility*, peralatan untuk pencampuran (*mixing*), perpindahan tempat (*transporting*) dan pemadatan (*compacting*); ukuran dan jarak dari perkerasan beton.
- 3.) *Compactibility*, besar serta bentuk dari struktur yang menjadi beban. Untuk kemudahan pekerjaan (*workability*) yang baik maka diperlukan porsi semen yang tinggi, jumlah material bermutu yang cukup, sedikitnya

agregat bertipe *coarse*, dan jumlah air yang tinggi. Komposisi partikel yang seimbang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan sifat plastis dalam campuran beton.

2.6 *Slump*

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. *Slump* beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak.

Pengukuran *slump* harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata-rata. Berdasarkan *ACI Committee 211*, nilai *slump* untuk berbagai macam struktur adalah seperti terlihat pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Nilai *Slump*

Jenis konstruksi	Nilai Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding pelat dan pondasi	75	25
Balok dan dinding beton	100	25
Kolom	100	25
Perkerasan jalan dan lantai beton	75	25
Beton massa	50	25

(Sumber: *ACI committee 211*)

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun didalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 umur 28 hari.

Beton baik dalam menahan tegangan tekan daripada jenis tegangan yang lain dan umumnya pada perencanaan struktur beton memanfaatkan sifat ini. Faktor –faktor yang mempengaruhi kekuatan beton ada 4, yaitu material masing-masing, cara pembuatan, cara perawatan dan kondisi tes. Adapun faktor yang mempengaruhi beton dari material penyusun nya adalah faktor air semen, porositas dan faktor instrinsik lainnya.

Pengujian kuat tekan berdasarkan ASTM C29 dengan benda uji berupa kubus ataupun silinder akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran karena pola keruntuhan masing-masing bentuk berbeda

$$f_c' = \left(0.76 + 0.21 \log \left(\frac{f_{ck}}{15} \right) \right) f_{ck} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana f_c' adalah kuat tekan silinder (MPa)

f_{ck} adalah kuat tekan kubus (MPa)

Kecepatan pembebanan :

Makin lambat benda uji dibebani maka akan didapat kekuatan yang lebih tinggi karena adanya *creep* (Nugraha dan Antoni, 2007).

2.8 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton

Berdasarkan SNI 03-2834-200

Tata cara ini meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton. Adapun persyaratan tersebut adalah :

1. proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut:
 - a. kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen)
 - b. keawetan, kuat tekan dan ekonomis.
2. beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah.
3. perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton.
4. susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.
5. pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut:
 - a. rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan factor air semen;
 - b. untuk beton dengan nilai f_c' lebih dari 20 MPa proporsi campuran coba serta pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan;
 - c. untuk beton dengan nilai f_c' hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume bahan ini harus didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan.