

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### A. Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton seringkali menjadi parameter utama mengenal kinerja utama beton karena kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum  $f'_c$  dengan satuan  $N/mm^2$  atau Mpa (*Mega Pascal*). Nilai kuat tekan beton umumnya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, oleh karena itu untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja (Tjokrodimuljo, 1996).

Telah diketahui secara umum bahwa timbulnya variasi pada kekuatan dari pengujian beton padat disebabkan oleh faktor yang bervariasi juga. Kecuali kesalahan pengujian, yang seharusnya kecil, dan variasi dalam kecepatan pengerasan semen, variasinya tergantung pada ketelitian dan perhatian yang diberikan oleh pembuat betonnya dan perawatan. Sebab utama variasi kekuatan pada silinder beton dapat disimpulkan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1996) :

1. Ketidak tepatan di dalam mengadakan proporsi kerikil, pasir dan semen. Hal ini mungkin penyebab tunggal terbesar pada variasi di lapangan.
2. Variasi pada faktor air/semennya. Variasi semacam ini lebih dipersulit lagi oleh kebutuhan akan *workability* (kemudahan pekerjaan) yang baik untuk mengecor bilamana digunakan suatu campuran dimana proporsi kerikil, pasir, dan semen sangat bervariasi.
3. Variasi gradasi agregat yang memerlukan perubahan faktor air semen, bilamana hendak dipertahankan suatu *workability* yang seragam (*uniform*)

4. Pemadatan kurang. Gelembung udara yang sangat kecil prosentasenya menyebabkan reduksi kekuatannya sangat besar.
5. Perawatannya tidak memuaskan. Bila silinder diperkenankan mengering selama 24 jam yang pertama kehilangan kekuatan mungkin mencapai 50 %, yang tidak akan dicapai kembali sepenuhnya dengan membasahi pada periode berikutnya.
6. Variasi kualitas semen.

Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :  $f'_c$  = Kuat tekan silinder beton

P = Beban maksimum

A = Luas penampang benda uji

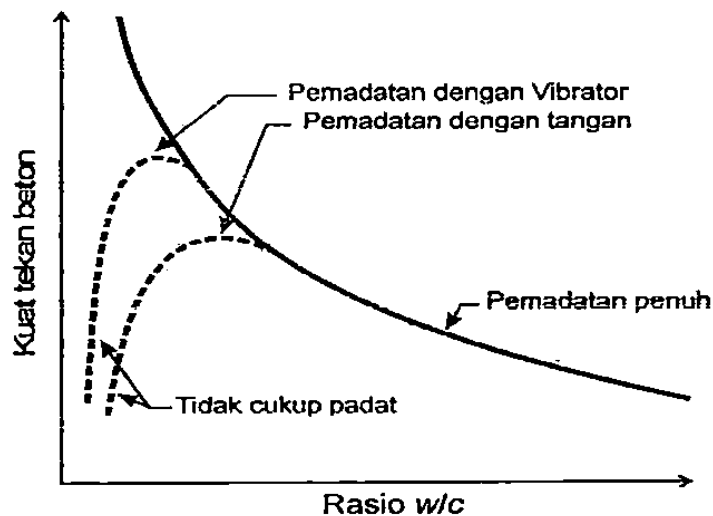
Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi beberapa jenis sebagaimana terdapat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Jenis Beton Menurut kuat Tekan

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana ( <i>plain concrete</i> )	0 – 10 Mpa
Beton normal	10 – 30 Mpa
Beton pra-tegang	30 – 40 Mpa
Beton tinggi	40 – 80 Mpa
Beton sangat tinggi	> 80 MPa

## B. faktor Air Semen (fas)

Secara umum sudah diketahui bahwa semakin tinggi nilai fas, maka semakin rendah nilai kuat tekan beton yang didapatkan. Dan jika nilai fas semakin kecil maka nilai kuat tekan beton yang didapatkan akan semakin besar seperti yang terlihat pada Gambar 3.1. Idealnya semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah fas tertentu (sekitar 0,30) kekuatan beton menjadi lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat kesulitan pemadatan. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat digunakan alat getar (*vibrator*) atau dengan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (Tjokrodimuljo, 1996).



Gambar 3.1 Hubungan antara kuat tekan dan FAS ( $W/C$ )

Faktor air semen (fas,  $w/c$ ) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara berat air dan berat semen. Pada beton mutu tinggi dan sangat tinggi, pengertian  $w/c$  bisa diartikan sebagai *water to cementitious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *cementitious*, yang umumnya diperbolehkan pada campuran beton mutu tinggi (Sugiono, 1998 dalam Mulyono,

Hubungan antara fas dan kuat tekan dapat dilihat pada gambar 3.1 dan persamaan Abrams yaitu (dalam Mulyono, 2004):

$$f'_c = \frac{A}{(B^{1.5x})} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :  $f'_c$  = Kuat tekan silinder beton

A, B = konstanta

X = FAS (faktor air semen)

### C. Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Mutu Dan Keawetan Beton

#### 1. Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (FAS) merupakan suatu perbandingan antara jumlah air dan jumlah semen yang digunakan dalam suatu campuran beton. Faktor Air Semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Dengan demikian ada suatu nilai FAS tertentu yang optimum yang menghasilkan mutu beton maksimum (Mulyono, 2004).

Jika jumlah pasta semen, jenis dan jumlah bahan-bahan tertentu, maka variasi FAS memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Makin kecil nilai FAS, makin kental pastanya, sehingga makin sukar mengikat bahan batuan, dan makin sulit susut pengerasan.
2. Makin besar nilai FAS, makin encer pastanya, sehingga makin sulit mengikat bahan batuan, semakin kurang kohesi pada adukannya, makin

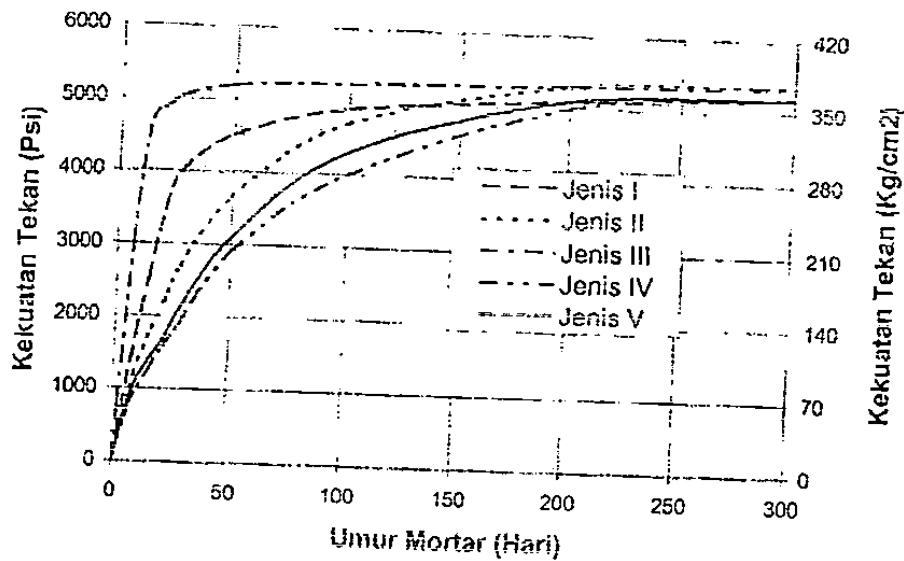
## 2. Umur Beton

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. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2004).

## 3. Jenis Semen

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland dibagi menjadi 5 jenis (SK. SNI T-15-1990-03 dalam Mulyono, 2004) yaitu :

- a. Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
- b. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat



Gambar 3.2 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Untuk Berbagai Tipe Semen

Menurut Mulyono (2004), kuat tekan semen dapat diuji dengan cara membuat mortar yang kemudian ditekan hingga hancur. Contoh semen yang akan diuji dicampur dengan pasir silika dengan perbandingan tertentu, kemudian dibentuk menjadi kubus-kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Setelah berumur 3, 7, 14 dan 28 hari serta mengalami perawatan perendaman, benda uji tersebut diuji kuat tekannya. Perkembangan kuat tekan yang menggunakan berbagai jenis semen dapat dilihat pada gambar 3.2, dimana terlihat bahwa kuat tekan yang dihasilkan tiap jenis semen berbeda.

#### 4. Jumlah Semen

Semen berguna dalam sebagai pengikat antara agregat. Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton menjadi rendah.

#### 5. Sifat Agregat

Sifat-sifat agregat memiliki pengaruh pada kekuatan dari beton yang dihasilkan karena sebagian besar campuran penyusun beton adalah agregat.

Menurut Mulyono (2004), gradasi agregat dapat dibedakan menjadi tiga yaitu gradasi sela, gradasi menerus dan gradasi seragam. Jika dibandingkan antara ketiganya, gradasi yang paling baik yaitu gradasi menerus karena mempunyai variasi ukuran butir yang baik untuk mendapatkan angka pori yang kecil dan kemampuan yang tinggi sehingga terjadi *interlocking* yang baik.

Kekuatan agregat juga menentukan dari kekuatan beton yang dihasilkan. Semakin baik kekuatan agregat yang digunakan maka akan baik pula kekuatan beton yang dihasilkan. Agregat yang lemah tidak dapat menghasilkan kekuatan beton yang dapat diandalkan. Menurut Mulyono (2004), suatu butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal, pertama terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*). Seperti granit, terdiri dari partikel keras tetapi antara partikelnya tidak terikat dengan baik. Penyebab kedua yaitu porositas yang besar. Porositas yang besar mempengaruhi kekuatan yang menentukan ketahanan terhadap beban kejut.

Agregat dengan bentuk bulat dan keras lebih baik dibandingkan dengan bentuk pipih karena agregat yang bulat menghasilkan tumpukan butir yang erat sedangkan yang pipih berpengaruh jelek terhadap beton, karena cenderung berkedudukan pada bidang horizontal air sehingga terbentuk rongga udara dibawahnya. Untuk ukuran maksimum butir agregat yang besar dapat mengurangi jumlah semen yang dibutuhkan dari menggunakan butir agregat yang kecil pada pembuatan beton yang sama. Pengurangan semen juga berarti pengurangan panas hidrasi, dan ini berarti mengurangi beton retak akibat susut atau perbedaan panas yang besar. Tetapi ukuran maksimum agregat tidak dapat terlalu besar karena ada

## **6. Prosedur Pelaksanaan**

Prosedur pelaksanaan pada proses produksi beton, yaitu pada :

- Uji material (*material testing*)
- Sensor dan pengelompokan material (*material sensor and grouping*)
- Penakaran dan pencampuran (*batching*)
- Pengadukan (*mixing*)
- Pengangkutan (*transportating*)
- Pengecoran (*placing*)
- Perawatan (*curing*)

## **7. Pengawasan dan pengendalian pada keseluruhan prosedur dan mutu pelaksanaan**

Pengawasan mutu pelaksanaan pembetonan harus dilakukan selama proses pekerjaan berlangsung dengan cara mengambil contoh benda uji yang mewakili pekerjaan yang sedang dilaksanakan, hal ini untuk menghindarkan terjadinya penyimpangan mutu yang dapat terjadi akibat faktor pengaruh kesalahan manusia maupun alam. Apabila kesalahan yang terjadi dapat diketahui maka dapat diambil tindakan yang memperbaikinya