BAB III

LANDASAN TEORI

A. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Menurut Asroni (2010), kuat tekan beton dinotasikan dengan fc'. Rumus kuat tekan beton (fc') adalah :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad \text{.....} \quad (3.1)$$

dengan : f_c' = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

Tabel 3.1 Jenis beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat tekan (MPa)
Beton sederhana (*plain concrete*)	sampai 10
Beton normal (beton biasa)	15 – 30
Beton pra-tegang	30 – 40
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

Sumber : Tjokrodimuljo, 2007

B. Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat antara air dan semen portland di dalam campuran adukan beton (Tjokrodimuljo, 2007). 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 ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998 dalam Mulyono, 2004).

Tjokrodimuljo (2007) hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{A}{B^{1,5x}} \quad \text{.....(3.2)}$$

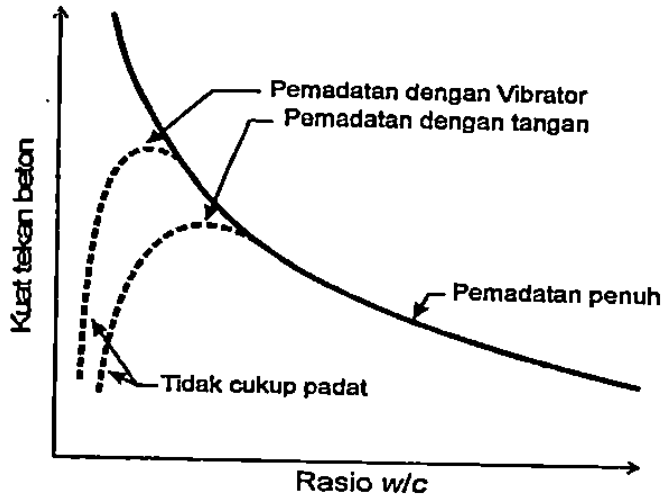
dengan : f_c' = kuat tekan beton

X = perbandingan volume antara air dan semen

A,B = konstanta

Dari rumus di atas tampak bahwa semakin rendah nilai faktor air semen, maka semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula. Hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu yang optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum (Tjokrodimuljo, 1996).

Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Adanya pori udara sebanyak 5 % dapat mengurangi kuat tekan beton sampai 35 %, dan pori sebanyak 10 % mengurangi kuat tekan beton sampai 60 % (Tjokrodimuljo, 1996). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



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. 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 kekuatan 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).

D. *Slump*

Slump adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Percobaan ini menggunakan alat berupa corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm, adapun bagian atas brdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm. Tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Bagian ujung baja ini dibulatkan.

E. Fenomena *Slump Loss*

1. *Slump loss*

   Slump loss adalah suatu fenomena proses berkurangnya tingkat kelecakan beton yang sering ditunjukkan oleh berkurangnya nilai slump pada campuran beton segar. Hal ini terjadi karena adanya proses pengikatan pada adukan beton, sebagai akibat reaksi kimia antara material-material pembentuk beton.

   Slump loss akan terjadi pada semua jenis beton, walaupun tingkat kehilangannya bisa berbeda-beda, sehingga usaha yang dapat dilakukan hanya membatasi sekecil mungkin *slump loss* yang terjadi. *Slump loss* merupakan

pengecoran dan pemadatan yang tidak sempurna, yang pada akhirnya akan bisa mengurangi kesempurnaan pelaksanaan beton, terutama yang berhubungan dengan aspek kekuatan dan keawetan beton (Supartono, 1998 dalam Alamsyah, 2010).

2. Pengaruh *slump loss* pada kinerja beton

Slump loss yang terjadi pada beton dapat menyebabkan kinerja beton yang dihasilkan tidak sesuai dengan persyaratan spesifikasi teknik (Supartono, 1998 dalam Alamsyah, 2010) antara lain :

a. Pada beton fase plastis :
   1) Kelecakan beton akan cepat menurun.
   2) Pengecoran yang tidak sempurna.
   3) Pemadatan yang tidak optimum.
   4) Kemungkinan terjadi segregasi akibat pemadatan yang berlebihan.
   5) Kesulitan pemompaan beton untuk bangunan yang bertingkat tinggi.
b. Pada beton fase keras :
   1) Kepadatan beton yang tidak baik akan mengurangi keawetan dan ketahanan beton dari pengaruh luar yang agresif (bahan kimia, garam-garam sulfat dan nitrat).
   2) Kekedapan beton menjadi berkurang.
   3) Kekuatan tekan menjadi lebih rendah.
   4) Kemungkinan terjadi retak akibat proses penyusutan.
   5) Kemungkinan tidak seluruh tulangan terselimuti oleh beton, terutama pada daerah yang memiliki tulangan yang rapat, yang akan bisa mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan secara cepat.

F. *Workability*

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Menurut Mulyono (2004) unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain :

1. Jumlah air pencampur, semakin banyak air [illegible]

2. Kandungan semen, jika fas tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil, jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat, agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.
5. Butir maksimum kerikil.
6. Cara pemadatan dan alat pemadat.

G. Penggunaan *Admixture* dan *Additive*

Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja beton mutu tinggi umumnya yang bersifat memperbaiki kelecakan. Pengurangan kadar air dalam pembuatan beton mutu tinggi menjadi perhatian penting. Dengan bahan tambah yang dapat mengurangi air sangat tinggi seperti *Sika Viscocrete – 10* diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi. Penggunaannya disesuaikan dengan standar ASTM C.494 Tipe F (Mulyono, 2004). Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Sika Viscocrete – 10 adalah bahan tambah kimia yang berbentuk cairan, dan generasi ketiga *superplasticizer*. Hal ini terutama dikembangkan untuk produksi tinggi aliran beton. Khususnya cocok untuk beton *mixes* dengan waktu transportasi waktu yang lama dari pabrik beton jadi (*ready mixed concrete*) ke lokasi lapangan. Data teknis *Sika Viscocerete – 10* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data teknis *Sika Viscocerete -10*

Jenis	Type F
Dosis	0,5% - 1,8% dari berat semen
Berat Jenis	1.06
Peyimpanan	Di tempat yang teduh dan kering
Kemasan	200 kg

Sika Viscocrete – 10 pada umumnya digunakan untuk :

1. Beton dengan pengurangan air yang sangat tinggi (30% dari jumlah air pada *mix design*).
2. Beton mutu tinggi.
3. Beton dalam cuaca panas dengan transportasi yang jauh dan waktu pengerjaan yang lama.
4. Beton kedap air.
5. Beton dengan campuran siap pakai.
6. Beton berkekuatan tinggi.
7. Beton massa.

Sika Viscocrete – 10 sebagai *superplasticizer* berkekuatan tinggi memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Reduksi air yang sangat kuat yang menghasilkan kepadatan yang tinggi, kekuatan yang tinggi.
2. Efek plastisitas yang bagus, yang menghasilkan pengaliran yang sangat baik, serta penempatan dan pemadatannya, oleh karena itu sesuai diproduksi untuk beton yang cepat mengeras dengan sendirinya.
3. Memperbaiki kembang susut dan retak – retak.
4. Mengurangi tingkat karbon dari beton.
5. Menyempurnakan sifat kedap air.

Bahan tambah *additive* merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat penyemenan, jadi bahan tambah *additive* lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya. Penggunaan bahan tambah *additive* untuk membentuk beton mutu tinggi pada saat ini sudah merupakan bagian yang mutlak. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan adalah bubuk kaca. Bubuk kaca atau *fritz* adalah serpihan kaca yang dihancurkan dan biasa digunakan untuk campuran pembuatan keramik di pabrik keramik. Bubuk kaca ini berupa butiran halus dengan ukuran butiran 0,075 mm - 0,15 mm. Mengingat limbah tersebut meningkat setiap tahunnya, maka perlu penanggulangannya karena limbah bubuk kaca dapat mencemari lingkungan terutama polusi udara terhadap kehidupan

berguna antara lain sebagai bahan campuran beton. Bubuk kaca mempunyai kandungan SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 dan CaO yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. Karena sifatnya yang mengandung *pozzolan* maka bahan ini sangat baik jika digunakan untuk membentuk beton mutu tinggi (Mulyono, 2004). Data teknis bubuk kaca dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data teknis bubuk kaca

Unsur	Kandungan (%)
SiO_2	61,72
Al_2O_3	3,45
Fe_2O_3	0,18
CaO	2,59

Sumber : BPPTK, 2011

Pozzolan adalah bahan yang mempunyai kandungan utama silika dan alumina dan didapat dari sumber alam maupun buatan. Penambahan pozzolan akan memberikan beberapa keuntungan (Mulyono, 2004), yaitu :

1. Mengurangi keberadaan unsur kalsium-hidroksida di dalam beton, yang merupakan bagian lemah dari beton, serta menggantikannya setelah bereaksi dengan SiO_2 menjadi kalsium-silikat-hidrat (*CSHgel*) yang selanjutnya akan memberikan peningkatan kekuatan beton.
2. *Pozzolan* yang berbutir halus akan mengisi pori-pori sehingga porositasnya menjadi rendah.
3. Pengurangan kalsium-hidroksida oleh SiO_2 akan mengurangi sensitivitas terhadap ketahanan sulfat, yang juga didukung oleh meningkatnya kerapatan beton yang pada akhirnya akan