

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Beton adalah material komposit yang rumit. Beton dapat dibuat dengan mudah bahkan oleh mereka yang tidak punya pengertian sama sekali tentang beton teknologi, tetapi pengertian yang salah dari kesederhanaan ini sering menghasilkan banyak persoalan pada produk, antara lain reputasi jelek dari beton sebagai materi bangunan (Nugraha P dan Antoni, 2007:1).

Sebagai material komposit, tingkat keberhasilan pembuatan beton tergantung pada perencanaan yang baik dan benar, pemilihan dan pengadaan masing – masing material yang baik, proses penanganan, dan proses pembuatannya.

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton menurut Nugraha P dan Antoni (2007:4-6) adalah:

Kelebihan beton :

1. Ketersediaan material dasar (availability)
 - a) Agregat dan air pada umumnya bisa didapat dari lokal setempat. Semen pada umumnya juga dapat dibuat di daerah setempat, bila tersedia. Sehingga biaya pembuatan relatif murah.
 - b) Tidak seperti struktur baja yang proses pembuatan harus dilakukan di pabrik, serta pengangkutan menjadi masalah tersendiri jika lokasi proyek dan tempat pembuatan baja berjauhan.

- c) Struktur kayu memiliki masalah lain apabila penggunaan secara massal karena dapat menyebabkan masalah lingkungan.

2. Kemudahan untuk digunakan (*Versatility*)

- a) Pengangkutan bahan mudah, karena masing – masing material dapat diangkut secara terpisah.
- b) Beton dapat digunakan untuk berbagai struktur, seperti bendungan, fondasi, jalan, landasar bandar udara, pipa, perlindungan dari radiasi, dan insulator panas.
- c) Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat, seperti jembatan, gedung, tandon air, bangunan maritim, dan sebagainya.

3. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*) :

- a) Beton bersifat *monolit* sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
- b) Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun.
- c) beton dapat diperoduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar. Dari cara sederhana yang tidak memerlukan ahli khusus sampai alat modern di pabrik yang serba otomatis dan terkomputerisasi.
- d) Konsumsi energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bara.

4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal.

Disamping segala kelebihan diatas, beton juga memiliki beberapa kelemahan yang harus dipertimbangkan, yaitu:

1. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m^3 .
2. Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar.
3. Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis.
4. Kualitas sangat tergantung pada cara pelaksanaan di lapangan. Beton baik ataupun buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama.
5. Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis.

3.2. Beton High Volume Fly Ash (HVFA)

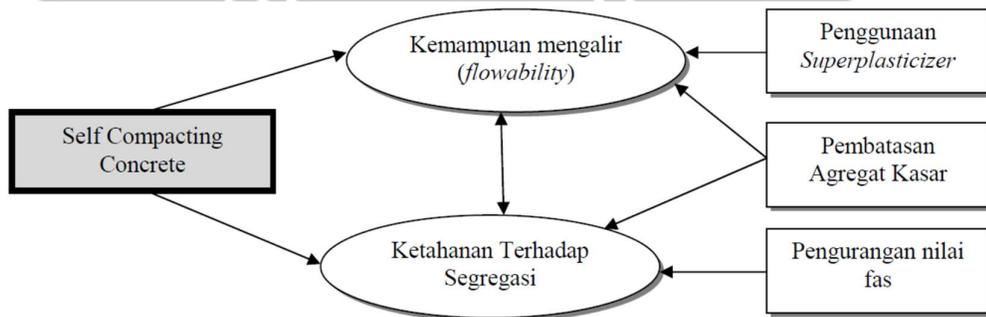
Beton yang menggunakan *fly ash* sebagai salah satu bahan penyusunnya dan sekaligus menggantikan semen hingga 50% atau lebih dengan *fly ash*.

3.3. Beton Self Compacting Concrete (SCC)

Beton *Self Compacting Concrete (SCC)* telah digambarkan sebagai perkembangan yang paling revolusioner dalam konstruksi beton selama beberapa dekade ini. Pada awalnya dibuat untuk mengimbangi kurangnya pekerja yang kompeten, tetapi pada akhirnya terbukti menguntungkan secara ekonomis karena beberapa faktor berikut (EFNARC, 2005:1) :

1. Konstruksi yang lebih cepat
2. Dapat mengurangi tenaga kerja di lapangan
3. Mendapatkan permukaan beton yang lebih halus dari biasanya
4. Meningkatkan ketahanan beton (*durability*)

5. Mudah menyesuaikan dengan bentuk cetakan, bahkan untuk celah – celah sempit cetakan beton
6. Dapat mengurangi kebisingan, dan meredam getaran
7. Lingkungan kerja yang lebih aman.



Gambar 3.1. Konsep dasar Beton SCC (Sumber : Lianasari, 2012)

Self Compacting Concrete (SCC) pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1986 oleh Okamura. Pada tahun 1995 Okamura dan Ozawa mengusulkan metode *mix design* yang sederhana dengan mengacu pada material yang sudah tersedia pada pabrik beton *ready mix*. Kadar agregat kasar dan agregat halus ditentukan terlebih dahulu dan beton SCC dapat didapatkan dengan mengatur nilai fas dan dosis *superplasticizer* saja. Spesifikasinya antara lain :

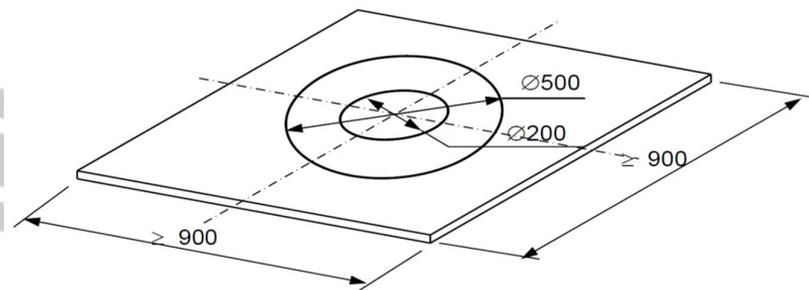
1. Agregat kasar yang digunakan adalah 50% volume solid.
2. Volume agregat halus ditetapkan hanya 40% dari total volume mortar.
3. Rasio volume untuk air dan binder ditetapkan antara 0,9 – 1 tergantung pada sifat bindernya.

4. Dosis *superplasticizer* dan faktor air *binder* ditentukan setelah mendapatkan pemadatan secara mandiri.

Pada beton konvensional, faktor air semen digunakan untuk memastikan kekuatan akhirnya sementara pada beton SCC, faktor air-semen ini harus digunakan untuk mendapatkan pemadatan mandiri, karena faktor ini sangat mempengaruhi sifat beton segarnya (Nugraha P dan Antoni, 2007:336)

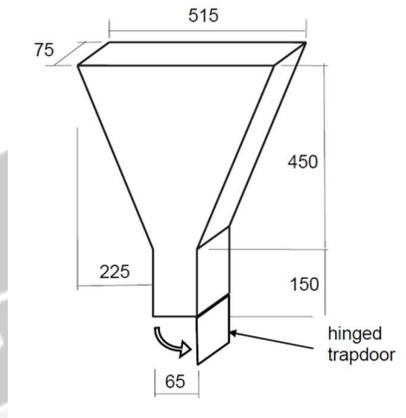
Berikut ini adalah beberapa metode yang dapat digunakan untuk menguji beton segar SCC, yaitu :

1. *Flow Table*, dapat digunakan untuk mengetahui nilai *slump flow* dan T_{500} . Pada pengujian *Slump flow* yang ditinjau adalah seberapa jauh beton menyebar, sedangkan T_{500} untuk melihat berapa waktu yang dibutuhkan beton segar untuk mencapai diameter 500mm pada *flow table*. Hasil dari pengujian ini dapat menjadi indikator *filling ability* pada beton SCC.



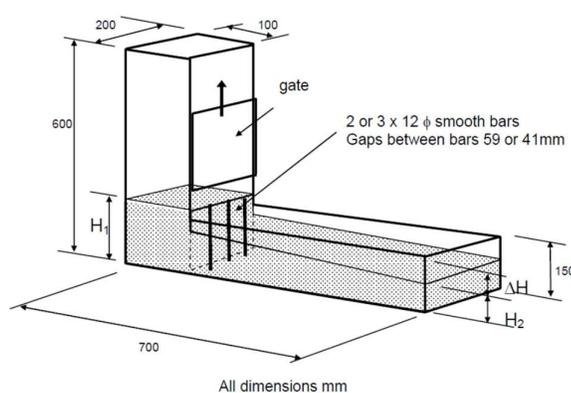
Gambar 3.2. Baseplate pengujian *Slump flow* (Sumber : EFNARC, 2005:48)

2. *V-funnel test*, digunakan untuk mengetahui waktu alir beton segar dengan volume tidak kurang dari 12 liter dari *v-funnel*. Hasil dari pengujian ini dapat menjadi indikator viskositas beton segar sekaligus mengetahui segregasi beton segar tersebut.



Gambar 3.3. *V-funnel* (Sumber : EFNARC, 2005:51)

3. *L-shape box*, digunakan untuk mencari nilai ketinggian dari beton segar pada *box* vertikalnya yaitu nilai H_2 dan H_1 . Hasil dari pengujian ini dapat menjadi indikator *passing ability* dari beton SCC dengan nilai berkisar 0,8 – 1,0.



Gambar 3.4. *L-Shape box* (Sumber : EFNARC, 2005:54)

3.4. Material Penyusun Beton

3.4.1. Semen

Semen merupakan bahan campuran beton yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang

penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan – perubahan volume beton setelah pengadukan selesaidan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono T, 2003:19).

3.4.2. Air

Air merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton, seperti menjadikan semen ke bentuk pasta semen yang membuat beton menjadi lecah (*workable*)

3.4.3. Agregat

Proporsi agregat pada beton biasanya sangat banyak. Komposisi agregat itu berkisar antara 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya cukup besar, agregat ini pun memiliki pengaruh yang penting. Dari ukurannya, agregat digolongkan menjadi dua, yaitu :

1. Agregat halus, agregat yang semua butirnya lolos saringan atau ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052, 1980) atau 4,75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS.812, 1976).
2. Agregat kasar, agregat yang semua butirnya tertahan saringan atau ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052, 1980) atau 4,75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5,0 mm (BS.812, 1976).

3.4.4. Fly ash

Fly ash merupakan limbah yang sangat berbahaya sisa dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. *Fly ash* dapat dibedakan

menjadi dua kelas yaitu, *fly ash* kelas F yang merupakan hasil pembakaran dari batubara antrasit atau bitomius dan *fly ash* kelas C yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis lignite atau subbitomius.

Tabel 3.1. Kandungan kimia pada *fly ash*

Senyawa kimia	Tipe F	Tipe C
Oksida Silika (SiO ₂) + Oksida Alumina (Al ₂ O ₃) + Oksida Besi (Fe ₂ O ₃)	70	50
Trioksida Sulfur (SO ₃), maksimum %	5	5
Kadar Air, maksimum %	3	3
Kehilangan Panas, maksimum %	6	6

Sumber : ASTM C.618-95:305

3.5. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003:138).

Benda uji yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berbentuk silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. perhitungan kuat tekan beton didapat dengan cara membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji dengan luas penampang melintang rata (SNI 1974-2011:8)

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

Keterangan :

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban tekan (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm²)

3.6. Modulus Elastisitas

Rasio tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan yang timbul akibat tegangan tersebut dengan meninjau perubahan persatuan panjang. Perhitungan modulus elastis menurut SNI-03-2847-2002 adalah sebagai berikut.

$$E_c = W_c^{1.5} (0,043) \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

- W_c = berat beton antara 1500-2500 (kg/m^3)
- f'_c = mutu beton (MPa)
- E_c = modulus elastisitas (MPa)

Dan untuk beton dengan berat normal yang berkisar 2320 kg/m^3

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (3.3)$$

Perhitungan modulus elastis menurut Mudrock dan Brook (1991) yaitu dengan rumus sebagai berikut.

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan :

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{P}{A}$$

$$\text{Regangan } (\varepsilon) = \frac{\Delta L}{L}$$

Keterangan :

- P = Beban diterima benda uji (Ton)
- A = Luas tampang benda uji (mm)
- ΔL = Perubahan penjang akibat beban (mm)
- L = Panjang awal (mm)