

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Beton Segar

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi *segregasi* (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Hal ini karena *segregasi* maupun *bleeding* mengakibatkan beton yang diperoleh akan jelek. Beton (beton keras) yang baik adalah beton yang sangat kuat, tahan lama atau awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil) (Tjokrodimulyo, 2007)

Secara umum beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini penjelasan lengkapnya.

Kelebihan beton antara lain adalah,

1. Harganya relatif murah,
2. Mampu memikul beban yang berat,
3. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi,
4. Biaya pemeliharaan/perawatannya kecil,
5. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran.

Kekurangan beton antara lain adalah,

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan,
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton,
3. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah,
4. Berat,
5. Daya pantul suara yang besar,
6. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

### **3.2. Beton Pasca Bakar**

Menurut Sumardi (2000) kebakaran pada hakekatnya merupakan reaksi kimia dari *combustible material* dengan oksigen yang dikenal dengan reaksi pembakaran yang menghasilkan panas. Panas hasil pembakaran ini diteruskan ke massa beton/mortar dengan dua macam mekanisme yakni pertama secara radiasi yaitu pancaran panas diterima oleh permukaan beton sehingga permukaan beton menjadi panas. Pancaran panas akan sangat potensial, jika suhu sumber panas relatif tinggi. Kedua secara konveksi yaitu udara panas yang bertiup/bersinggungan dengan permukaan beton/mortar sehingga beton menjadi panas. Bila tiupan angin semakin kencang, maka panas yang dipindahkan secara konveksi semakin banyak.

Tjokrodimulyo (2000) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak diharapkan mampu menahan panas sampai di atas 250°C. Akibat panas, beton

akan mengalami retak, terkelupas (*spalling*) dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya.

Menurut Tjokrodimulyo (2000), bila pasta semen dipanasi dari suhu kamar sampai sekitar 200°C, kekuatannya tampak sedikit meningkat, karena ketika sedikit di atas 100°C air bebas serta air yang terserap dalam pasta menguap, selanjutnya ketika jauh di atas 100°C air yang secara kimiawi terikat erat dalam pasta juga menguap. Selanjutnya panas dinaikkan lagi kekuatan beton menurun, pada suhu antara 400°C - 600°C kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) berubah komposisi menjadi kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) yang sama sekali tidak mempunyai kekuatan. Selanjutnya di atas suhu 600°C atau 700°C unsur hasil hidrasi yang lain berubah komposisi sehingga beton kehilangan kekuatan sama sekali.

Akibat pemanasan, beton berubah warna. Menurut Hansen (1976), bila beton dipanasi sampai sedikit di atas 300°C, akan berubah warna menjadi merah muda, jika sampai di atas 600°C akan menjadi abu-abu agak hijau, jika sampai di atas 900°C menjadi abu-abu, namun jika sampai di atas 1200°C akan berubah menjadi kuning.

Tabel 3.1 Perubahan warna dan kondisi beton akibat suhu

Suhu	Warna Beton	Kondisi
0 - 300°C	Normal	Tidak mengalami penurunan kekuatan
300°C - 600°C	Merah jambu	Mengalami penurunan kekuatan
600°C - 900°C	Putih keabu-abuan	Tidak mempunyai kekuatan lagi
>900°C	Kuning Muda	Tidak mempunyai kekuatan lagi

(Sumber : Adang Surahman, 1998)

Terjadinya kebakaran pada suatu struktur bangunan, mengakibatkan adanya kerusakan-kerusakan pada beton.

Kerusakan-kerusakan tersebut antara lain:

1. Keretakan (*cracking*)

Sedangkan jenis kerusakan yang sering terjadi pada struktur beton akibat kebakaran antara lain :

- a. Retak ringan, yakni pecah pada bagian luar beton yang berupa garis-garis yang sempit dan tidak terlalu panjang dengan pola menyebar. Retak ini disebabkan oleh proses penyusutan beton pada saat terjadi kebakaran.
- b. Retak berat, yakni ukuran retak lebih dalam dan lebar, terjadi secara tunggal atau kelompok (Triwiyono, 2000:2).

## 2. Spalling ( pengelupasan )

*Spalling* dapat diartikan tertekandengan penampakan bagian permukaan beton yang keluar/lepas/terpisah.

- a. Beton keropos dan kualitasbeton buruk
- b. Suhu tinggi akibat kebakaran

(Munaf & siahaan, 2003:14 )

## 3. *Voids*

Lubang-lubang yang cukup dalamatau keropos yang biasanya disebabkanoleh pemadatan saat pelaksanaan yangkurang baik dimana mortar tidak dapatmengisi rongga-rongga antar agregat.

### **3.3. Bahan Penyusun Beton**

#### 3.3.1. Semen Portland

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) 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.

Pemakaian semen yang disebabkan oleh kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi di lokasi, dengan perkembangan semen yang pesat maka dikenal berbagai jenis semen Portland menurut (SK.SNI T-15-1990-03:2) sebagai berikut.

- a. Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidras dengan tingkat sedang.
- c. Tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi.
- d. Tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah.
- e. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Dalam bahan baku semen terdapat senyawa kimia trikalsium silikat, dikalsium silikat, kalsium aluminat, dan tertrakalsium aluminoferrat. Selain itu, terdapat senyawa kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi (III) oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

### 3.3.2 Agregat Halus

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 60-70% dari volume adukan beton (Tjokrodinuljo, 2007).

Menurut PBI (1971), syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut.

1. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, bersifat kekal dalam arti tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti panas matahari dan hujan.

2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap jumlah berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak. Hal demikian dapat dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams Harder dengan menggunakan larutan NaOH.
4. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1 (PBI 1971), harus memenuhi syarat sebagai berikut :
  - a. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
  - b. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
  - c. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80%-90% berat.

Tabel 3.2. Batas-batas gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat butir yang lewat ayakan dalam persen			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-700	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : Tjokrodinuljo, 2007)

### 3.3.3. Agregat Kasar

Menurut Tjokromuljo (2007), agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar (antara 5 mm sampai 40 mm). Sifat dari agregat kasar akan mempengaruhi kekuatan akhir dari beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek merusak lainnya.

Menurut PBI 1971 syarat-syarat agregat kasar normal adalah sebagai berikut.

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Kekerasan butir-butir agregat kasar yang diperiksa dengan bejana pengujian Rudelof dengan beton pengujian 20 ton harus memenuhi syarat-syarat :
  - a. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24% berat.



- b. Tidak terjadi pembubukan sampai 19-30 mm lebih dari 22% berat.

Kekerasan ini dapat juga diperiksa dengan mesin pengawas Los Angelos. Dalam hal ini tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.

5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
- a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0% berat .
  - b. Sisa diatas ayakan 4 mm harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
  - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, maksimum 60% dan minimum 10% berat.

Tabel 3.3. Batas-batas gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Prosentase lolos saringan	
	Kasar	Agak Halus
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	22-25
4,8	0-5	0-10

(Sumber : Tjokrodinuljo, 2007)

#### 3.3.4. Air

Air merupakan bahan terpenting dalam pembuatan beton karena air berfungsi untuk membantu reaksi kimia semen portland dan sebagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan (*workability*). Namun penambahan air dalam campuran juga tidak perlu terlalu banyak karena akan mengurangi kekuatan serta beton akan porous (Tjokromuljo, 2007).

### 3.3.5 *Superplasticizer*

*Superplastizicer* adalah bahan tambah kimia yang digunakan untuk memudahkan pengerjaan campuran beton. Penambahan yang diberikan pada campuran beton hanya dalam jumlah kecil. Bahan ini tergolong bahan campuran untuk mereduksi air, di mana kadar air beton dapat dikurangi tanpa mengurangi tingkat workabilitas (kemudahan pengerjaan) (Murdock dan Brook, 1986).

Glenium Ace 8590 merupakan salah satu *superplasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton dan meningkatkan workabilitas meskipun dalam campuran terdapat reduksi air, Glenium Ace 8590 mengurangi resiko *retempering* pada beton di lokasi kerja dan meningkatkan kekuatan beton dari awal sampai akhir.

Keunggulan *glenium ace 8590* adalah sebagai berikut.

1. Pengurangan air lebih tinggi dibandingkan *superplasticizer* pada umumnya.
2. Permeabilitas yang rendah dan daya tahan beton yang tinggi.
3. *Flowability* dan *compactibility* yang mudah.
4. Mengoptimalkan siklus *curing* dengan memperpendek waktu *curing* atau menurunkan suhu *curing*.
5. Menghilangkan energy yang dibutuhkan untuk menempatkan, konsolidasi dan *curing*.
6. Meningkatkan penampilan permukaan dan kualitas beton.

Umumnya dosis yang direkomendasikan dalam penggunaan Glenium adalah 0,7% sampai dengan 1,2% setiap 100 kg semen.