

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Semen

Semen merupakan bahan yang bersifat hirolis yang bila dicampur air akan berubah menjadi bahan yang mempunyai sifat perekat. Penggunaannya antara lain meliputi beton, adukan mortar, plesteran, bahan penambal, adukan encer (*grout*) dan sebagainya. Pada umumnya terdapat beberapa jenis semen dan tipe semen yang berada dipasaran. Beberapa jenis semen diatur dalam SNI, diantaranya : SNI 15-2049-2004 mengenai semen portland (OPC = *Ordinary Portland Cement*) yang dibedakan menjadi 5 tipe yakni :

1. Tipe I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Tipe II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Tipe III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Tipe V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Selain itu, SNI 15-0302-2004 mengenai semen portland pozolan (PPC = *Portland pozzoland cement*). Semen portland pozolan adalah semen yang dibuat

dari campuran homogen semen portland bersamaan dengan bahan yang mempunyai sifat pozolan. Campuran beton dan mortar menggunakan PPC mempunyai sifat pengerjaan yang mudah, namun akan terjadi perpanjangan waktu pengikatan. Kekuatan tekan beton dengan semen pozolan pada umur awal lebih rendah tetapi pada umur lama akan semakin tinggi karena masih terjadi reaksi antara silika aktif pozolan dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  membentuk senyawa CSH.

Jenis semen lainnya diatur dalam SNI 15-7064-2004 mengenai semen portland komposit (PCC = *Portland Composite Cement*) yakni semen yang dibuat dari hasil penggilingan terak semen portland dan gips dengan bahan anorganik. Bahan anorganik yang dicampur dapat lebih dari satu macam misalnya terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur dan sebagainya. Terdapat pula semen *masonry* yang diatur dalam SNI 15-3758-2004. Semen *masonry* didefinisikan sebagai campuran dari semen portland atau campuran semen hidrolis dengan bahan yang bersifat menambah keplastisan (seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi atau kapur hidrolis) bersamaan dengan bahan lain yang digunakan untuk meningkatkan satu atau lebih sifat seperti waktu pengikatan (*setting time*), kemampuan kerja (*workability*), daya simpan air (*water retention*), dan ketahanan (*durability*)

### 3.2 Agregat

Agregat merupakan bahan susun beton yang persentasenya paling banyak. Agregat dibagi menjadi 2 yakni agregat halus dan agregat kasar, dimana dalam pembuatan batako agragat yang digunakan adalah agregat halus yang lolos

saringan dengan diameter 4,75 mm dan tertahan pada ayakan 0,063 mm. Dalam penggunaannya diatur dalam 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.

### **3.3 Arang Sisa Pembakaran Ampas Tebu**

Arang yang digunakan dalam penelitian ini merupakan arang sisa pembakaran ampas tebu dari pabrik gula Madukismo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Banyak penelitian yang menggunakan bahan ini sebagai bahan

pozolan dengan melakukan pembakaran pada suhu dan waktu tertentu. Dari hasil pembakaran arang hingga menjadi bentuk abu diketahui bahwa kandungan silikanya meningkat. Arang sisa pembakaran ampas tebu yang diambil dari pabrik gula Madukismo mempunyai kandungan silikat 16,305% (Wibowo, 1998). Hal inilah yang menjadi dasar penggunaan arang ini sebagai bahan pozolan. Pada penelitian ini peneliti mencoba penggunaan arang sebagai bahan substitusi, yakni mengganti sebagian pasir dengan arang sisa pembakaran ampas tebu dengan komposisi tertentu untuk pembuatan batako. Mengingat jumlah limbah hasil sisa pembakaran ampas tebu cukup berlimpah dan hanya dimanfaatkan sebagai bahan urugan, sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat lebih jauh.

#### **3.4 Fly Ash**

Batu bara adalah sumber penghasil *fly ash*. *Fly ash* merupakan abu sisa pembakaran batu bara yang diperoleh dari hasil residu PLTU. Pada dasarnya limbah pembakaran batu bara sendiri terbagi atas dua kelompok, yakni *bottom ash* yaitu abu berat dan *fly ash* yaitu abu ringan atau abu terbang. Dalam penggunaannya *fly ash* dapat digunakan untuk campuran pengganti sebagian semen. Penggunaan *fly ash* dengan komposisi tertentu terbukti dapat meningkatkan kekuatan beton. Pada penelitian ini digunakan *fly ash* yang diambil dari PT. Holcim di Cilacap dengan kandungan seperti dibawah ini :

Tabel 3.1 Kandungan *Fly Ash* Holcim

Unsur Kimia	Persentase (%)
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	76,93
CaO	7,54
MgO	1,33
SO <sub>3</sub>	0,55
K <sub>2</sub> O	1,90
Na <sub>2</sub> O	1,88

Sumber : PT. Holcim

Beberapa sifat atau karakter dari *fly ash* yang diharapkan dapat dimanfaatkan dan memberi kelebihan pada campuran beton, adalah (Nji, 2013) :

1. *Spherical Shape* (bentuk partikel yang hampir bulat sempurna), yang menghasilkan *ball bearing effect* untuk melumasi adukan pasta dan mortar semen sehingga mempunyai kemampuan alir (*flowability*) dan *workability* yang lebih baik.
2. Ukuran partikel yang sangat halus, yang membuat *fly ash* mampu mengisi celah kecil dalam komposisi adukan beton, yang dapat membuat kepadatan beton meningkat sehingga lebih kedap air, lebih tahan terhadap abrasi dan memperkecil susut beton.
3. Dalam kadar tertentu dan lingkungan yang mendukung (kelembaban cukup dan suhu normal/kamar), kandungan senyawa silika atau silika + alumina akan mengikat senyawa sisa hidrasi semen (kalsium hidroksida) yang tidak mempunyai kemampuan mengikat, menjadi senyawa baru yang mempunyai sifat mengikat, sehingga dalam taraf tertentu akan meningkatkan kekuatan beton yang dihasilkan.
4. Dalam kadar tertentu, membantu meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan garam alkali serta mengurangi reaktifitas silika-alkali.

5. Mengurangi potensi *bleeding*, segregasi, dan memperpanjang waktu *setting*, sehingga memberikan waktu lebih banyak untuk pengerjaan beton segar. Serta mengurangi panas hidrasi, sehingga diharapkan mengurangi kemungkinan terjadinya retak selama proses *setting* dan *hardening* beton.
6. Membuat biaya produksi beton menjadi lebih murah, karena secara ekonomis *fly ash* lebih murah dibanding semen.

### 3.5 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton dan batako untuk memicu proses kimiawi semen. Air yang digunakan untuk campuran adukan mortar semen yang paling baik merupakan air yang memenuhi syarat air bersih. Air yang mengandung senyawa-senyawa seperti garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran adukan mortar semen akan menurunkan kualitas dan kekuatannya. Kontrol penggunaan air pada campuran mortar juga harus dilakukan dengan tepat, karena menurut Wijanarko (2008) air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras. Menurut Laintarawan, dkk (2009) air yang tidak memenuhi syarat akan berpengaruh pada campuran mortar dan beton yang dibuat, seperti berikut :

1. Pengaruh kandungan asam dalam air terhadap kualitas mortar dan beton  
Mortar atau beton dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam dan serangan asam yang akan mempengaruhi ketahanan pasta tersebut.

## 2. Pengaruh pelarut Carbonat

Pelarut Carbonat akan bereaksi dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  membentuk  $\text{CaCO}_3$  dan akan bereaksi lagi dengan pelarut carbonat membentuk calcium bicarbonat yang sifatnya larut dalam air, akibatnya mortar atau beton akan terkikis dan cepat rapuh.

## 3. Pengaruh bahan padat

Bahan padat bukan pencampur mortar atau beton. Air yang mengandung bahan padat atau lumpur, apabila dipakai untuk moncampur semen dan agregat maka terjadinya pasta tidak sempurna. Agregat dilapisi dengan bahan padat, tidak terikat satu sama lain. Akibatnya agregat akan lepas-lepas dan mortar atau beton tidak kuat

## 4. Pengaruh kandungan minyak

Air yang mengandung minyak akan mengakibatkan emulsi apabila dipakai untuk mencampur semen. Agregat akan dilapisi minyak berupa film, sehingga agregat kurang sempurna ikatannya satu sama lain. Agregat bisa lepas - lepas dan mortar atau beton tidak kuat.

## 5. Pengaruh air laut

Air laut tidak boleh dipakai sebagai media pencampur semen karena pada permukaan mortar atau beton akan terlihat putih-putih yang sifatnya larut dalam air, sehingga lama-lama terkikis dan mortar atau beton menjadi rapuh.

### 3.6 Kuat Desak atau Kuat Tekan

Dalam pembuatan batako, perlu dilakukan pengujian agar dihasilkan batako yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan partisi. Adapun batako yang diuji harus memenuhi beberapa syarat agar memenuhi syarat standar bahan bangunan Indonesia.

Kuat tekan batako dianalogikan sama seperti kuat tekan beton, sehingga besarnya beban yang dapat ditahan oleh batako persatuan luas yang menyebabkan benda uji batako hancur karena gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan dapat diartikan sebagai kuat tekan batako.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3-1)$$

Dengan :

F = Beban yang diberikan (N)

A = Luas Penampang Silinder (cm<sup>2</sup>)

### 3.7 Daya Serap Air

Menurut SNI 03-0349-1989 syarat penyerapan air maksimal untuk batako adalah 25 % yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$WA = \left( \frac{mj - mk}{mk} \right) \times 100\% \quad (3-2)$$

Dengan :

WA = Daya Serap Air (%)

mk = massa kering (gram)

mj = massa benda uji dalam kondisi jenuh (gram)



### 3.8 Syarat Mutu Batako

Syarat mutu batako dan klasifikasinya diambil dari peraturan SNI 03-0349-1989 mengenai bata beton untuk pasangan dinding. Dalam penggunaan batako sebagai elemen penyusun dinding batako harus memenuhi syarat sebagai berikut :

Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton

Syarat fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
kuat tekan bruto* rata-rata min.	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0349-1989