

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Bata Beton**

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen *Portland*, air dan agregat yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton yang baik memiliki permukaan rata dan saling tegak lurus dan mempunyai kuat tekan yang tinggi. Persyaratan bata beton menurut PUBLI 1982 pasal 6 antara lain permukaan bata beton harus mulus dan berumur minimal satu bulan setelah pembuatan, saat pemasangan harus sudah kering, kadar air 25-35 % dari berat, dengan kuat tekan antara 2-7 N/mm<sup>2</sup> dan pada saat pemasangan kadar air bata beton tidak lebih dari 15%. Adapun jenis bata beton pejal adalah sebagai berikut ini.

##### 1. Bata beton pejal

Batu bata pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75 % atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.

##### 2. Bata beton berlubang

Bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25 % luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25 % volume berat seluruhnya.

#### **B. Bahan Penyusun Bata Beton**

Pembuatan bata beton pada umumnya bahan yang digunakan adalah pasir, semen dan air. Berikut ini akan dijelaskan sekilas mengenai bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bata beton.

##### 1. Semen

Semen adalah hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Kegunaan semen sangat banyak sekali. Semen dapat dibedakan menjadi dua yaitu semen non hidrolik dengan semen hidrolik.

Semen non hidrolis adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras dengan air, tetapi dapat mengeras menggunakan udara. Contoh dari semen non hidrolis yaitu kapur. Sedangkan semen hidrolis adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras dengan air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen *pozzolan*, semen terak, semen alam, semen portland, semen Portland *pozzolan*, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. (Mulyono. 2004)

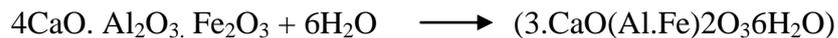
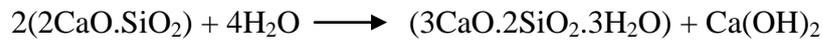
Semen *portland* adalah sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen mengandung beberapa unsur kimia yaitu kapur (CaO) sebesar 60-65%, silika (SiO<sub>2</sub>) 17-25%, alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 3-8%, besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0.5-6%, magnesia (MgO) 0.5-4% , sulfur (SO<sub>3</sub>) 1-2%, soda/potash 0.5-1% (Tjokrodimuljo, 2007).

Perbedaan persentase senyawa yang ada di dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen yang berbeda. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F, semen *portland* di Indonesia dibagi menjadi 5 (lima) jenis, antara lain:

- a. jenis I, yaitu semen *portland* untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain,
- b. jenis II, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
- c. jenis III, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi,
- d. jenis IV, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah,
- e. jenis V, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen portland dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut:



Hasil utama dari proses hidrasi semen berupa  $(3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$  atau  $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$  atau CSH yang biasa disebut *tobermorite* yang berbentuk gel. Hasil lain berupa kapur bebas  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang merupakan sisa dari reaksi  $\text{C}_3\text{S}$  dan  $\text{C}_2\text{S}$  dengan air.

#### 1. Pasir

Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya.

Pembuatan batako ringan ini digunakan pasir yang lolos ayakan kurang dari 5 mm dan harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras, kekal dan mempunyai susunan butir (*gradasi*) yang baik. Menurut Persyaratan Bangunan Indonesia agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton bertulang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Pasir terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras.
- b. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063 mm.
- d. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- e. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.

- f. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.

Gradasi agregat pasir kali progo telah memenuhi standar ASTM C-33-82. Modulus halus butir (MHB) pasir = 3,4782 dan diperoleh berat jenis pasir 2,5. (Harianja dan Barus, 2008)

## 2. Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas batako. Menurut PBI 1971 persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut ini.

- a. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tiak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak dari pada beton.
- b. Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan.
- c. Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

Air yang digunakan untuk proses pembuatan bata beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi syarat air minum. Jika dipergunakan air yang tidak baik maka kekuatan bata beton akan berkurang. Air yang digunakan dalam proses pembuatan bata beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaanya, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan bata beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah bata beton mengeras

## C. Sifat Fisik Bata Beton

Bata beton pejal harus memenuhi persyaratan mutu sebagai berikut :

### 1. Dimensi dan toleransinya.

Dimensi dan toleransi untuk ukuran bata beton dalam SNI sudah di tentukan. Hal ini bertujuan untuk menyelaraskan produk yang akan dibuat terutama di Indonesia guna persaingan produk untuk perdagangan. Bata

beton pejal untuk semua jenis mutu sebaiknya memenuhi syarat ukuran standar dan toleransi sesuai dengan ketentuan dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1 Dimensi dan toleransi bata beton

Bata beton pejal	Ukuran nominal $\pm$ toleransi		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Jenis			
Besar	$400 \pm 3$	$200 \pm 3$	$100 \pm 2$
Sedang	$300 \pm 3$	$150 \pm 3$	$100 \pm 2$
Kecil	$200 \pm 3$	$100 \pm 2$	$80 \pm 2$

Sumber : SNI 03-0348-1989

## 2. Syarat Fisis

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, (PUBI-1986) berdasarkan pemakaiannya bata beton pejal dapat diklasifikasikan menjadi 4 macam, yaitu seperti berikut ini.

- a. Bata Beton Pejal mutu B25, adalah bata beton pejal yang hanya digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat dan lain-lain serta konstruksi yang terlindung dari cuaca luar.
- b. Bata Beton Pejal mutu B40, adalah bata beton pejal yang digunakan hanya untuk konstruksi seperti tersebut dalam jenis A1, hanya permukaan dinding konstruksi dari bata beton pejal tersebut boleh tidak diplester.
- c. Bata Beton Pejal mutu B70, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
- d. Bata Beton Pejal mutu B100, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan juga untuk konstruksi yang tidak terlindung (untuk konstruksi diluar atap).

Bata beton pejal harus memenuhi syarat-syarat fisis dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Syarat - syarat fisis bata beton

Bata beton pejal mutu	Kuat tekan minimum dalam (kg / cm <sup>3</sup> )		Peyerapan air maksimum (% volume)
	Rata - rata dari 5 buah bata	Masing - masing	
B 25	25	21	-
B 40	40	35	-
B 70	70	65	35
B 100	100	90	25

Sumber : SNI 03-0348-1989

### 3. Tekstur dan Bentuk

Bidang permukaannya harus tidak cacat, bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan. Rusuk-rusuknya siku satu terhadap yang lain, dan sudut rusuknya tidak mudah dirapikan dengan kekuatan jari tangan.

## D. Sifat Mekanik Bata Beton

### 1. Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Batako normal memiliki densitas sekitar 2200-2400 kg/m<sup>3</sup>. Tinggi rendahnya densitas bata beton ini dipengaruhi oleh material bahan dasar dan proses penumbukan. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda yang bermassa sama yang memiliki densitas yang lebih rendah. Untuk pengukuran densitas batako menggunakan metode *Archimedes* mengacu pada standar ASTM C 134-95 dan dihitung dengan Persamaan 3.1.

$$\rho_{pc} = \frac{m_s}{m_b - m_g} \times \rho_{air} \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan :

$\rho_{pc}$  : Densitas (kg/cm<sup>3</sup>)

$m_s$  : Massa sampel kering (kg)

$m_b$  : Massa sampel setelah direndam (kg)

$m_g$  : Massa sampel digantung dalam air (kg)

$\rho_{air}$  : Densitas air (kg/cm<sup>3</sup>)

## 2. Penyerapan (*absorbtion*)

Penyerapan (*absorbtion*) Batu Bata Beton. Penyerapan adalah kemampuan batu bata beton untuk menyimpan atau menyerap air yang lebih dikenal dengan batu bata yang jenuh air. Pada saat terbentuknya agregat kemungkinan ada terjadinya udara yang terjebak dalam lapisan agregat atau terjadi karena dekomposisi mineral pembentuk akibat cuaca, maka terbentuklah lubang atau rongga kecil di dalam butiran agregat. Rongga atau pori-pori mungkin menjadi reservoir air bebas didalam agregat. Presentase berat air yang diserap agregat didalam air disebut resapan air lihat Persamaan 3.2.

$$W_a = \frac{(M_j - M_k)}{M_k} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan :

W<sub>a</sub> : Water absorption (%)

M<sub>k</sub> : Berat kering (gr)

M<sub>j</sub> : Berat basah.(gr)

## 3. Kadar air (w)

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam batako dengan berat kering batako, dinyatakan dalam persentase. Kadar air (w) didefinisikan dalam Persamaan 3.3.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan :

W : Kadar air

W<sub>w</sub> : Berat basah (gr)

W<sub>s</sub> : Berat kering (gr)

## 4. *Initial Rate of Suction*(IRS) dari Batu Bata

*Initial Rate of Suction* (IRS) adalah kemampuan dari batu bata beton dalam menyerap air pertama kali dalam satu menit pertama. Hal ini sangat berguna pada saat penentuan kadar air untuk mortar (Nur,2008). Standar

*initial rate of suction* (IRS). Persamaan yang digunakan dalam menghitung *initial rate of suction* (IRS) batu bata adalah Persamaan 3.4

$$IRS = (m_1 - m_2) K \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

$m_1$  : Massa setelah direndam di air (gr)

$m_2$  : Massa kering (gr)

Karena IRS menggunakan satuan  $\text{gr/mmt}/193,55 \text{ cm}^2$ , maka harus dikalikan dengan suatu faktor, yaitu Persamaan 3.5.

$$K = \frac{193,55}{\text{luas area}} \dots\dots\dots(3.5)$$

#### 5. Kuat Tekan Bata Beton

Kuat tekan pasangan bata beton adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul oleh luas permukaan yang dibebani. Persyaratan kuat tekan bata beton terdapat pada SNI SNI 03-0348-1989: Persamaan 3.6.

$$P = \frac{F_{maks}}{A} (\text{kg/cm}^2) \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan :

$P$  : Kuat tekan sampel ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$F_{maks}$  : Beban maksimum (kg)

$A$  : Luas sempel yang di uji ( $\text{cm}^2$ ).

#### 6. Berat Jenis

Berat jenis di definisikan sebagai massa per satuan volume. Dapat dirumuskan dalam Persamaan 3.7.

$$\text{Berat jenis } (\rho) = \frac{\text{Massa } (M)}{\text{Volume } (V)} (\text{gr/cm}^3) \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

$M$  : Berat benda (gr)

$V$  : Volume benda ( $\text{cm}^3$ ).

#### 7. Modulus Elastisitas (ME)

Modulus elastisitas pasangan batu bata beton biasanya didekati dari kekuatan tekan dengan Persamaan 3.8.

$$ME = K \cdot Fm' (\text{MPa}) \dots\dots\dots(3.8)$$

dengan :

ME : Modulus Elastisitas (MPa)

$K$  : Konstanta yang ditentukan dari pengujian laboratorium

$Fm'$  : Kuat tekan (MPa)

Tabel 3.3 Beberapa nilai Modulus Elastisitas dari kuat tekan pengujian laboratorium

No	Pustaka	Modulus elastisitas dari kuat tekan batu bata
1	Paulay and Priestley, 1992	$E_m = 750 \text{ fm}'$
2	FEMA 273, 1997	$E_m = 550 \text{ fm}'$
3	Euracode 6, 2001	$E_m = 1000 \text{ fm}'$
4	ACI 530, 2005	$E_m = 700 \text{ fm}'$

## E. Mortar

Mortar adalah campuran semen, air dan agregat halus. Dalam campuran ini menggunakan perbandingan tertentu sehingga daya tahan mortar terhadap tekan maupun tarik akan semakin tinggi. Mortar yang memenuhi ketentuan spesifikasi proporsi harus terdiri dari bahan bersifat semen, agregat, dan air yang seluruhnya harus memenuhi persyaratan dalam SNI 03-6882-2002. Bahan bahan yang dipakai untuk pembuatan mortar harus memenuhi ketentuan sebagai berikut ini.

### 1. Semen

Semen yang digunakan sama dengan semen pembuatan batu bata beton/batako.

### 2. Agregat halus

Agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolik atau adukan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm

disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (SK SNI T-15-1991-03).

### 3. Gradasi agregat halus

Gradasi agregat ialah distribusi dari ukuran agregat. Berdasarkan standar pengujian ASTM C 109 dan SNI 15-2049-2004, agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan benda uji kuat tekan mortar yaitu pasir dengan gradasi lolos ayakan No. 16 (1,18 mm), No. 20 (850  $\mu\text{m}$ ), No. 30 (600  $\mu\text{m}$ ), No. 40 (425  $\mu\text{m}$ ), No. 50 (300  $\mu\text{m}$ ) dan No. 100 (150  $\mu\text{m}$ ).

### 4. Air

Air harus bersih dan bebas dari sejumlah minyak, asam, alkali, garam, dan organik atau zat/bahan lainnya yang merusak mortar atau semua logam yang terdapat di dinding.

### 5. Bahan tambah

Bahan-bahan tambah seperti bahan pewarna, bahan pembentuk, gelembung udara, pemercepat atau pemerlambat reaksi, penolak air, dan bahan tambahan lainnya tidak boleh ditambahkan kedalam mortar kecuali ditentukan persyaratannya. (SNI 03-6882-2002).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar diantaranya adalah faktor air semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat.

#### 1. Faktor air semen (f a s)

Faktor air semen merupakan angka perbandingan antara berat air dan berat semen di dalam campuran mortar atau beton. Semakin tinggi nilai f.a.s., maka akan semakin rendah mutu kekuatan beton. Demikian juga, nilai f.a.s. yang semakin rendah tidak menjamin kekuatan beton semakin tinggi. Nilai f.a.s. yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai f.a.s. minimum yang diberikan sekitar 0,40 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2004).

## 2. Jumlah Semen

Mortar dengan f.a.s sama, mortar dengan kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak dari pada mortar dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Kandungan pori inilah yang mengurangi kekuatan mortar. Jumlah semen dalam mortar mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

## 3. Umur Mortar

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan jadi mortar ini sifatnya sama dengan beton.

## 4. Sifat Agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap interlocking antar agregat.

## 5. Meja sebar

Meja sebar ini adalah pengujian keenceran mortar yang akan digunakan. Syarat ketentuan dari keenceran mortar dari pengujian meja sebar ini adalah 70 – 120 kurang atau lebih dari itu adalah tidak memenuhi persyaratan.

$$\text{Keenceran} = \frac{d_l - d_o}{d_o} \times 100 \dots \dots \dots (3.9)$$