

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Semen

Semen merupakan bahan yang bersifat hidrolis yang jika dicampur dengan air akan berubah menjadi bahan yang mempunyai sifat perekat. Penggunaannya antara lain untuk pembuatan campuran beton, adukan mortar, plesteran, bahan penambal, adukan encer (grout) dan lain sebagainya.

Menurut SNI 15-2049-2004 semen dibedakan menjadi 5 jenis yaitu :

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

### 3.2. Agregat Halus

Agregat merupakan bahan penyusun beton yang presentasinya paling besar. Agregat dibagi menjadi 2 yakni agregat halus dan agregat kasar, dimana dalam pembuatan *paving block* agregat yang digunakan hanyalah agregat halus. Dalam penelitian ini agregat halus yang digunakan merupakan limbah *tailing* PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika Provinsi Papua.

Penggunaan agregat halus 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 tersebut 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-syarat 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. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton dan *paving block* untuk memicu proses kimiawi semen *portland* dan sebagai bahan pelicin antara semen dengan agregat agar mudah dikerjakan (Tjokrodimuljo, 2007). Air yang digunakan untuk campuran adukan mortar semen yang paling baik adalah 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.

Tjokrodimulyo (1992) menuliskan bahwa dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter.
- b) Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gr/liter.
- c) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.

- d) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

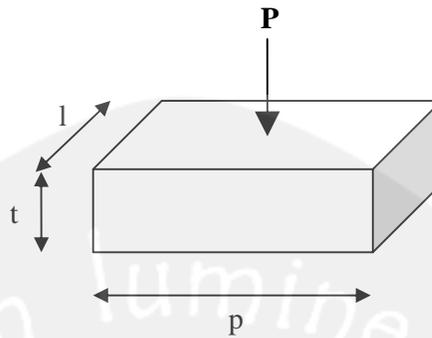
### 3.4. Kuat Tekan

Dalam pembuatan *paving block*, perlu dilakukan pengujian agar dihasilkan *paving block* yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan lapis perkerasan. Adapun *paving block* yang akan diuji harus memenuhi beberapa syarat agar memenuhi syarat standar bahan bangunan Indonesia.

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

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

Nilai kuat tekan *paving block* didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang digunakan berbentuk persegi panjang dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tingi 6 cm. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f_c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).



**Gambar 3.1.** Benda Uji *Paving Block*

Dengan :

P	=	Beban (N)
p	=	Panjang <i>Paving Block</i> (mm)
l	=	Lebar <i>Paving Block</i> (mm)
t	=	Tinggi <i>Paving Block</i> (mm)

Rumus yang digunakan pada persamaan (3-1) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut (Antono, 1995) :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3-1)$$

Dimana	$f_c'$	= kuat tekan (MPa)
	P	= beban tekan (N)
	A	= luas penampang benda uji (mm <sup>2</sup> )

### 3.5. Daya Serap Air

Tujuan dari pengujian daya serap air adalah untuk mengetahui besarnya penyerapan air *paving block* yang akan digunakan untuk mengetahui kededapan, kekerasan dan berat jenis *paving block*.

Menurut Roswati (2009) untuk mengetahui besarnya penyerapan air diukur dengan mengacu pada standar ASTM C 20-00 dan dihitung dengan persamaan :

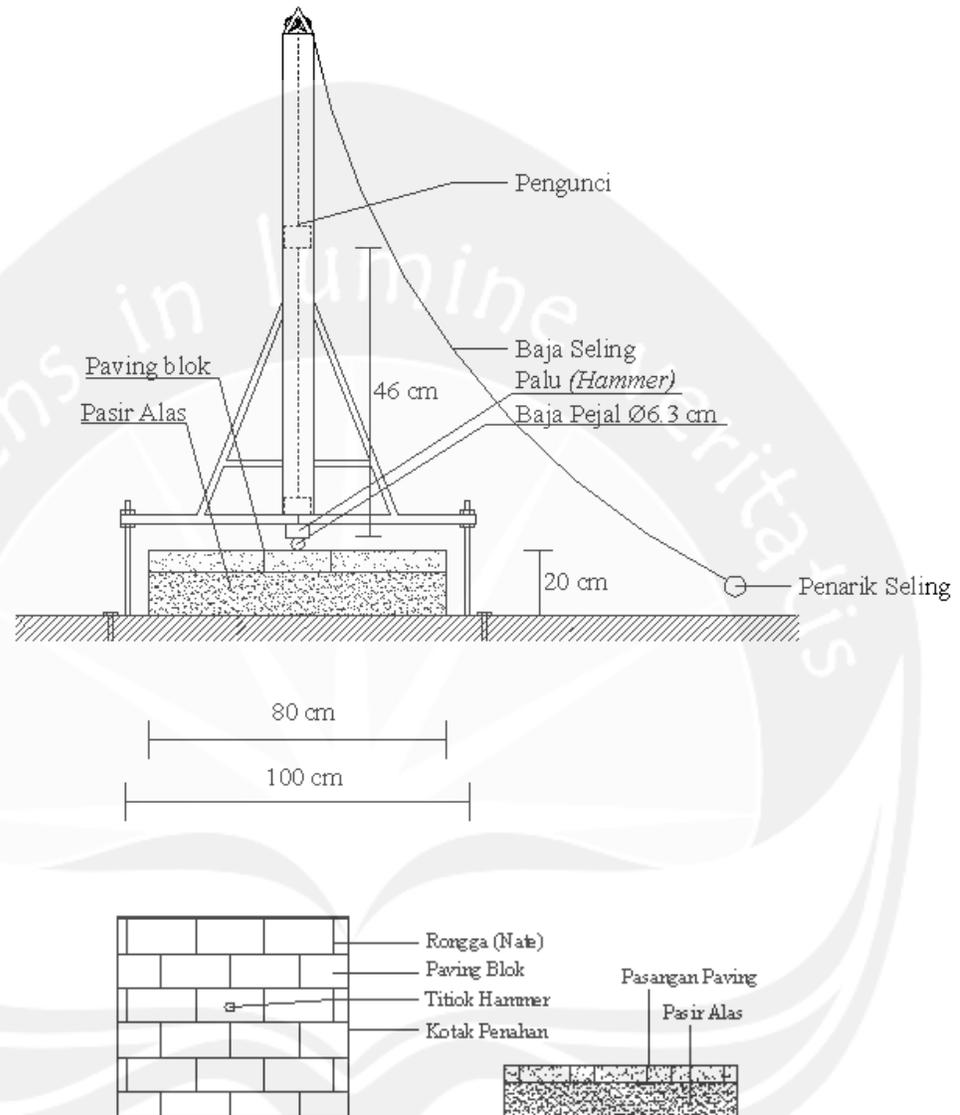
$$WA = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (3-2)$$

Dengan :

W A	=	Daya Serap Air/ <i>Water Absorption</i> (%)
M k	=	Massa benda uji saat kering (gram)
M j	=	Massa benda uji dalam kondisi jenuh air (gram)

### **3.6. Pengujian Ketahanan Kejut (*Impact Resistance*)**

Metode pengujian ketahanan kejut (*Impact Resistance*) adalah dengan cara menjatuhkan palu (*hammer*) seberat 10 lbs (4,5 kg) secara bebas dari ketinggian 18 inch (46 cm) pada bola baja pejal berdiameter 2,5 inch (6,3 cm) yang diletakkan pada pusat benda uji paving blok. Kemudian benda uji diamati sampai terjadi retak untuk pertama kali dan terjadi pecah (*failure*) yang kemudian disebut dengan ketahanan kejutnya (*Impact Resistance*). Pengujian ketahanan kejut (*impact resistance*) menggunakan alat uji *impact* manual yang berada di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gajah Mada Yogyakarta.



**Gambar 3.2.** Alat Uji Ketahanan Kejut (*impact resistance*)  
(Sumber : Erwin R.)

### 3.7. Syarat Mutu Paving Block

*Paving block* didefinisikan sebagai suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air,

dan agregat (abu batu atau pasir) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (SNI 03-0691-1996).

Syarat mutu *paving block* untuk lantai atau lapis perkerasan dan klasifikasinya harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996, yaitu sebagai berikut :

1. Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam *leaflet* mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* untuk lantai.
3. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.
4. *Paving block* untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut:

**Tabel 3.1.** Kekuatan Fisik *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
		Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Area parkir mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

5. *Paving block* untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

Menurut Candra (2012), persyaratan ketebalan paving block pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. 6 cm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan dengan frekuensi terbatas, misalnya : sepeda motor, pejalan kaki.
2. 8 cm, digunakan untuk beban lalu lintas sedang atau berat dan padat frekuensinya, misalnya : mobil, pick up, truk, dan bus.
3. 10 cm, digunakan untuk beban lalu lintas super berat, misalnya : tronton, loader.