

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Mulai tahap perencanaan hingga tahap analisis, penelitian dilaksanakan berdasarkan sumber yang berkaitan dengan topik yang dipilih, yaitu penelitian tentang agregat halus endapan sampah yang digunakan sebagai tambahan pada pembuatan *paving block*. Materi yang dibahas antara lain :

- Bahan bangunan berbasis semen dan teori tentang *paving block*.
- Material *paving block* dan agregat halus endapan sampah.
- *Mix design paving block*.
- Komposisi campuran *paving block*.
- Penelitian sejenis yang pernah dilakukan.

2.2 Teori Tentang Bahan Bangunan Berbasis Semen

Bahan bangunan berbasis semen di antaranya adalah :

- Mortar, yaitu didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dari mencampurkan agregat halus, semen portland dan air (SNI 03-0691-1996).
- Beton, yaitu didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air (PBI, 1971).
- *Conblock* (batu cetak beton), yaitu komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau sejenisnya, pasir, air, dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding (SNI 03-0691-1996).
- *Paving block*, yaitu didefinisikan sebagai suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat (abu batu/pasir) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (SNI 03-0691-1996).

2.3 Teori Tentang *Paving Block*

Paving block mulai dikenal dan dipakai di Indonesia terhitung sejak tahun 1977/1978, dimulai dengan pemasangan trotoar di Jalan Thamrin dan untuk terminal bis Pulogadung, keduanya di Jakarta. Sekarang pemakaiannya sudah tersebar di seluruh kota di Indonesia, baik digunakan sebagai tempat parkir, terminal, jalan setapak dan juga perkerasan jalan di kompleks-kompleks perumahan serta untuk keperluan lainnya.

2.3.1. Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Keberadaan *paving block* bisa menggantikan aspal dan pelat beton, dengan banyak keuntungan yang dimilikinya. *Paving block* mempunyai banyak kegunaan diantaranya sebagai lapisan perkerasan lapangan terbang, terminal bis, parkir mobil, pejalan kaki, taman kota, dan tempat bermain.

Penggunaan *paving block* memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

- Dapat diproduksi secara massal.
- Dapat diaplikasikan pada pembangunan jalan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus.
- Pada kondisi pembebanan yang normal *paving block* dapat digunakan selama masa-masa pelayanan dan *paving block* tidak mudah rusak.
- *Paving block* lebih mudah dihamparkan dan langsung bisa digunakan tanpa harus menunggu pengerasan seperti pada beton (Arum dan Perdhani, 2002).
- Tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu pada saat pengerjaannya.
- *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
- Perkerasan dengan *paving block* mampu menurunkan hidrokarbon dan menahan logam berat.

- *Paving block* memiliki nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah (*www.paving.org.uk*).
- Perbandingannya lebih rendah dibanding dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
- Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah (*www.paving.org.uk*).

2.3.2. Syarat Mutu *Paving Block*

Paving block untuk lantai harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

- 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.
- 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.
- Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3 mm.
- *Paving block* untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kekuatan Fisik *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat 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

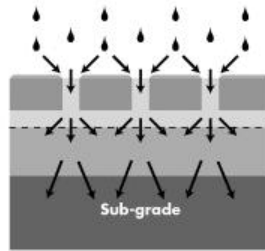
- *Paving block* untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

2.3.3. Penggunaan *Paving Block* Sebagai Lapisan Perkerasan Permeabel.

Pada prinsipnya ada 3 jenis sistem pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan perkerasan permeabel, yaitu :

1. Sistem Infiltrasi Total

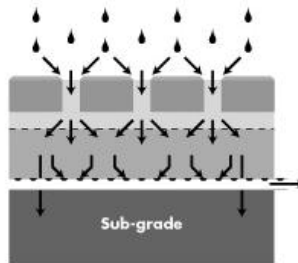
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian masuk ke dalam tanah *sub grade*.



Gambar 2.1. Sistem Total Infiltrasi

2. Sistem Parsial Infiltrasi

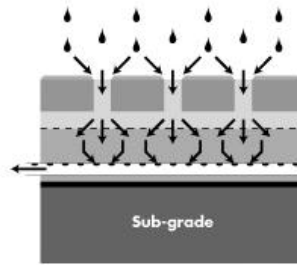
Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian sebagian akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase, sebagian lagi masuk ke dalam tanah *sub grade*.



Gambar 2.2. Sistem Parsial Infiltrasi

3. Sistem Non Infiltrasi

Pada sistem ini, air yang jatuh ke perkerasan akan merembes melalui celah diantara *paving block*, melewati lapisan *sub base* kemudian seluruh air akan mengalir melalui pipa berlubang dan dilepaskan pada saluran drainase tanpa ada yang masuk ke dalam tanah *sub grade*.



Gambar 2.3. Sistem Non Infiltrasi

Pada penggunaan *paving block* sebagai lapisan permeabel, diharapkan air dapat masuk ke dalam tanah. Meskipun demikian hal ini harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- Kedalaman antara permukaan perkerasan dengan muka air tanah harus lebih dari 1 meter. Kedalaman yang lebih besar dibutuhkan untuk menghasilkan tambahan saringan untuk polutan yang melewati tanah.
- Lapisan perkerasan permeabel bisa saja berdekatan dengan sungai, hal ini dapat menjadi kelemahan struktur pada daerah sekitar sungai.
- Pada daerah terlindungi seperti di daerah sumber mata air, penggunaan lapisan perkerasan yang seluruh airnya meresap ke dalam air mungkin tidak cocok karena dapat mempengaruhi kualitas air (www.paving.org.uk).

2.4 Agregat Halus Hasil Endapan Sampah

Agregat halus yang nantinya akan dimanfaatkan ini berasal dari endapan sampah di TPA Banyu Urip Magelang yang telah berumur 2-3 tahun. Untuk memperolehnya yaitu dengan cara menyaring endapan sampah tersebut untuk dipisahkan dari sampah-sampah plastik, kaca dan lain-lain. Agregat ini termasuk dalam kategori agregat ringan karena berdasarkan pengujian yang telah dilakukan agregat halus ini hanya mempunyai berat jenis sebesar $1,668 \text{ kg/dm}^3$.

2.5 Material

Material penyusun pada *paving block* yang akan digunakan antara lain semen portland (PC), agregat halus dan air.

2.5.1 Semen Portland (PC)

Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik 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. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Semen yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81.

2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07-5 mm (SNI 03-1750-1990). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran *paving block* sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat/semen. Mutu dari agregat halus ini sangat menentukan mutu *paving block* yang dihasilkan (Tri Mulyono, 2004).

Menurut SNI 03-1750-1990 untuk menghasilkan *paving block* yang baik, agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dan gradasinya menerus. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
- Susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 1,50-3,80.
- Kadar lumpur / bagian butir yang lebih kecil dari 0,07 m maksimum 5 %.
- Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida 3 %, jika dibandingkan dengan warna standar atau pembanding, tidak lebih tua dari pada warna standar (sama).
- Kekerasan butir, jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20.

2.5.3 Air

Fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Persyaratan air sesuai Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 adalah sebagai berikut:

- Tidak mengandung lumpur (atau benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0.5 gram/liter.
- Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Pemakaian air pada pembuatan campuran harus pas karena pemakaian air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan *paving block* yang dihasilkan. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan *paving block* yang dihasilkan.

2.6 Mix Design Paving Block

Pada umumnya bahan penyusun *paving block* adalah semen sebagai perekat, agregat sebagai bahan pengisi, dan air sebagai pelarut. Cara pencampuran *paving block* dilakukan dengan cara coba-coba di laboratorium (*trial and error*). Cara ini merupakan perencanaan yang paling sederhana, dengan prinsip membuat campuran *paving block* dengan berbagai macam komposisi campuran yang berbeda.

2.7 Komposisi Campuran Limbah Paving Block

Komposisi campuran *paving block* tanpa menggunakan limbah sampah ditetapkan dengan perbandingan antara semen dan pasir yaitu 1 : 3. Untuk komposisi campuran *paving block* yang menggunakan limbah sampah adalah sebagai berikut :

1. Campuran dengan limbah sebanyak 25% dari pasir.
(semen : pasir : limbah = 1 : 2,25 : 0,75)
2. Campuran dengan limbah sebanyak 20% dari pasir.
(semen : pasir : limbah = 1 : 2,4 : 0,6)
3. Campuran dengan limbah sebanyak 15% dari pasir.
(semen : pasir : limbah = 1 : 2,55 : 0,45)

2.8 Penelitian Sejenis yang Pernah Dilakukan

Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebagai referensi tambahan yaitu "Studi Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair B-3 yang Mengandung Pb dan Cr dari Industri percetakan sebagai Bahan Baku Tambahan Pembuatan *Paving Block*", (Nita Anggraeni, 2004). Beberapa hal yang dapat diambil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

- Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi optimum lumpur limbah cair B-3 sebagai bahan tambahan pembuatan *paving block*, serta untuk mengetahui proses pengikatan dan karakteristiknya.
- Variasi kadar lumpur limbah cair B-3 yang digunakan ialah 10% ; 15% ; 20% ; 25% ; 30% ; 35% ; 40%
- Penelitian ini menggunakan benda uji balok persegi (20x10x5 cm) dengan komposisi campuran pasir : semen adalah 1 : 3.
- Dari hasil penelitian tersebut didapat kesimpulan yaitu kadar lumpur limbah cair B-3 yang dapat dimanfaatkan yaitu antara 10% - 30%. Kadar lumpur limbah cair B-3 yang mempunyai perlakuan paling baik terdapat pada kadar 10% dengan kuat tekan 229,375 kg/cm² dan daya serap 11,334%.
- Harga *paving block* Rp. 569,- lebih murah dibanding harga *paving block* sesuai sesuai daftar harga bahan bangunan Semarang November-Desember 2003 yaitu Rp. 800,-
- Konsentrasi logam berat Pb dan Cr hasil perendaman masih di bawah baku mutu Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-04/BAPEDAL/09/1995 tentang Persyaratan Teknis

Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun kadar maksimum Cr total dan Pb yang diperbolehkan terhadap lingkungan (air tanah dan air permukaan) masing-masing sebesar 0,5 ppm dan 0,1 ppm. Laju perlindian *paving block* pada akhirnya memenuhi batas IAEA (*International Atomic Energy Agency*) yaitu sebesar 10^{-3} gr/cm².