

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Paving Block*

1. Definisi *Paving Block*

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu. Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman di dalam maupun di luar bangunan. (SNI 03-0691-1996)

2. Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Keberadaan *paving block* bisa menggantikan aspal dan pelat beton, dengan banyak keuntungan yang dimilikinya. Adapun beberapa keuntungan yang dimiliki *paving block* antara lain :

1. Dapat diproduksi secara massal
2. Adanya pori-pori pada *paving block* yang dapat meminimalisasi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
3. Perbandingan harganya lebih rendah dibandingkan dengan jenis perkerasan lainnya.

4. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah.

3. Syarat Mutu *Paving Block*

1. Sifat tampak *paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. *Paving block* harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
3. *Paving block* harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Sifat-sifat fisik *paving block*

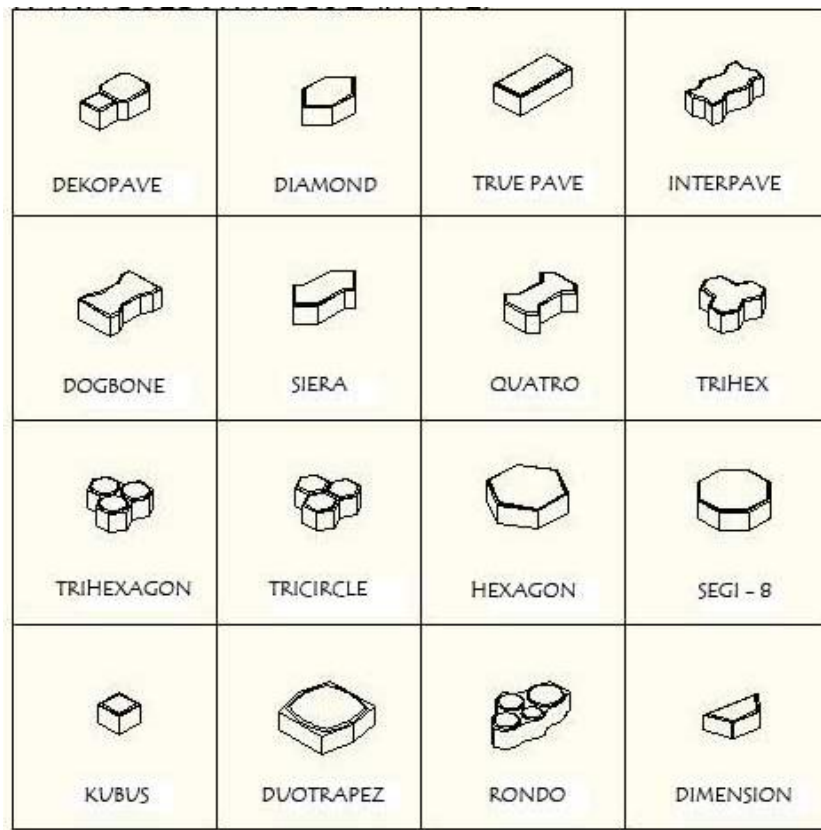
Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks %
	Rata-rata	min	Rata-rata	maks	
A	40	35	0,090	0,103	1
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI 03-0691-1996

Keterangan :

- *Paving block* mutu A digunakan untuk jalan
- *Paving block* mutu B digunakan untuk pelataran parkir
- *Paving block* mutu C digunakan untuk pejalan kaki
- *Paving block* mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

4. Bentuk – bentuk *paving block*



Sumber: <http://cisangkan.co.id/our-product/paving-block/>

Gambar 2.1. Bentuk-bentuk *Paving Block*

B. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan.

Semen merupakan bahan pengikat yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam konstruksi beton. Pada dasarnya semen portland terdiri dari 4 unsur yang paling penting, yaitu :

1. Tricalcium silikat (C3S) atau CaO SiO_2

2. Dicalcium silikat (C2S) atau 2CaO SiO_2
3. Tricalcium aluminat (C3A) atau $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$
4. Tetracalcium aluminoforit (C4AF) atau $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$

ASTM (*American Standard for Testing Material*) menentukan komposisi semen berbagai tipe antara lain :

1. Tipe I adalah semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.
2. Tipe II adalah semen portland modifikasi, adalah tipe yang sifatnya setengah tipe IV dan setengah tipe V (moderat). Belakangan lebih banyak diproduksi sebagai pengganti tipe IV.
3. Tipe III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan 28 haru umumnya dicapai dalam 1 minggu. Semen jenis ini umu dipakai ketika harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus dapat cepat dipakai.
4. Tipe IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan masf seperti bendungan gravitasi yang besar. Pertumbuhan kekuatannya lebih lambat daripada semen tipe I.
5. Tipe V adalah semen portland tahan sulfat, yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas. Umumnya dipakai di daerah dimana tanah atau airnya memiliki kandungan sulfat yang tinggi. (Nugraha, P. dan Antoni, 2007)

6. PCC (*Portland Composite Cement*) digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan penggunaan Semen Portland Tipe I dengan kuat tekan yang sama. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan Semen Portland Tipe I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus. (Semen Baturaja, 2013)

C. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton/mortar adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5 mm. (Sebayang, S., 2000)

Dalam penelitian ini digunakan 2 macam agregat halus, yaitu :

1. Pasir

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.

2. Abu Batu

Abu batu saat ini merupakan bahan hasil sampingan dalam industri pemecahan batu yang jumlahnya tidak sedikit. Saat ini abu batu tidak begitu laku untuk dijual karena pemakaian dalam industri konstruksi sudah sangat sedikit. Ukuran butir abu batu yang digunakan terletak antara 0-5 mm.

Untuk menekan biaya produksi *paving block* sekaligus menangani masalah limbah abu batu pada industri *stone crusher*. Dalam penelitian ini dilakukan pengkajian pemakaian abu batu untuk *paving block*.

Agregat yang dipakai untuk campuran adukan atau mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Gradasi agregat halus untuk adukan/mortar

Diameter Saringan (mm)	Persen lolos (%)
9,5	100
4,75	95-100
2,36 (No. 8)	80-100
1,18 (No. 16)	50-85
0,6 (No. 30)	25-60
0,3 (No. 50)	10-30
0,15 (No. 100)	2-10
pan	

Sumber: ASTM C33

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

1. Agregat halus harus terdiri dari butir - butir yang tajam dan keras serta gradasinya menerus. Butir-butir agregat bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
2. Susunan besar butir modulus kehalusan antara 1,5-3,8.
3. Kadar lumpur atau bagian buir yang lebih kecil dari 0,07 m maksimum 5%.
4. Kadar zat organik ditentukan dengan larutan natrium hidroksida 3%.

D. Fly Ash

Fly ash merupakan limbah dari proses pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang berbahan bakar batu bara. Limbah dari batu bara dapat berupa *fly ash*, *bottom ash* dan lumpur *flue gas desulfurization*.

Fly ash merupakan material yang memiliki ukuran butiran halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara. Pada intinya *fly ash* mengandung unsur kimia antara lain Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Ferro Oksida (Fe_2O_3), dan Kalsium Oksida (CaO), dan mengandung beberapa unsur tambahan lain. *Fly ash* banyak mengandung Silika (>40%) dan dapat memberikan sumbangan keaktifan (mempunyai sifat pozzolan), sehingga dengan mudah bereaksi dengan kapur yang ditambahkan air membentuk senyawa Kalsium Silikat. Senyawa inilah yang bertanggung jawab pada proses pengerasan campuran atau massa. (Suhanda dan Hartono, 2009 dalam Sari, S. B., 2013)

Partikel *fly ash* kebanyakan berbentuk seperti butiran kaca, padat, berlubang, berbentuk bola kosong berlubang yang disebut *cenosphere*, atau berbentuk bulatan disebut *plerosphers*. Butiran *fly ash* sangat halus (*silt size* 0,074-0,005 mm) dan sebagian besar lolos ayakan no. 325 (45 mm) sehingga cocok sebagai pozzolan pada beton. *Fly ash* memiliki berat jenis antara 2,15-2,8 g/cm^3 . Berat jenis ini biasanya ditentukan dari total berat unsur-unsur kimia yang dikandung dan besarnya volume bola-bola yang dibentuk. (Cockrell dan Leonard, 1970).

Sebagai bahan pengikat, keberadaan *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan *paving block* sedangkan sebagai bahan pengisi *fly ash* dapat mengurangi serapan air pada *paving block*. Oleh karena itu, jika akan membuat *paving block* dengan bahan ikat semen portland dan kapur dapat ditambahkan *fly ash* sebagai bahan yang mengurangi jumlah semen tapi mampu meningkatkan kuat tekan dan mengurangi serapan air pada *paving block*. (Andoyo, 2006)

Fly ash sebagai bahan tambah campuran beton dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Kelas C

Fly ash yang mengandung CaO diatas 10% dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub-bitumen batu bara (batu bara muda).

- a. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 50%
- b. Kadar CaO mencapai 10%

Dalam campuran beton digunakan sebanyak 15% – 35% dari total berat binder.

2. Kelas F

Fly ash yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batu bara .

- a. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 70%
- b. Kadar CaO < 10%

Dalam campuran beton digunakan sebanyak 15% - 25% dari total berat binder.

c. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah *diatomic*, *opaline chertz* dan *shales, tuff* dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat pozzolan yang baik. (Nugraha, P. dan Antoni, 2007)

E. Air

Fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan. Adapun persyaratan air yang baik digunakan untuk campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (atau benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

F. Kuat Tekan

Pemeriksaan kuat tekan *paving block* dilakukan untuk mengetahui akan kuat tekan yang sebenarnya apakah sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan atau tidak. Mesin yang digunakan untuk pengujian kuat tekan pada paving block adalah *Compressing Testing Machine* (CTM).

Contoh uji yang telah siap, ditekan hingga hancur dengan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya. Kecepatan penekanan, dari mulai pemberian beban sampai contoh uji hancur, diatur dalam waktu 1 atau 2 menit. Arah penekanan pada contoh uji disesuaikan dengan arah tekanan beban didalam pemakaiannya.

Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji. (SNI 03-0691-1996)

G. Uji Daya Serap Air

Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih berat basah dengan berat kering, sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah diukur beratnya merupakan berat kering dan direndam selama 24 jam lalu diukur berat basahnya.

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\%$$

Keterangan :

W_k = berat sampel kering (gr)

W_b = berat sampel basah (gr)