

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Bottom ash*

Bottom ash adalah bahan buangan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat daripada *fly ash*. Oleh sebab itu *bottom ash* akan jatuh pada tungku pembakaran (*boiler*) dan terkumpul pada penampung debu (*ash hopper*) lalu dikeluarkan dari tungku dengan cara disemprot dengan air untuk kemudian dibuang atau dipakai untuk keperluan tertentu (*Coal Bottom ash/Boiler Slag- Material Description*, 2000).

Bottom ash dibedakan menjadi *dry bottom ash* dan *wet bottom ash* berdasarkan jenis tungkunya. Debu yang berada dalam keadaan solid/padat di dasar tungku disebut *dry bottom ash*. Debu yang berada dalam keadaan cair/meleleh ketika jatuh ke dalam air yang berada pada penampung debu (*ash hopper*), dimana di dalam air tersebut debu tersebut akan mengkristal dan membentuk butiran-butiran yang disebut *wet bottom ash/boiler slag* (Indriani Santoso, et. al, 2003).

Beberapa sifat fisis, kimia dan mekanis yang penting dari *bottom ash* adalah sebagai berikut :

2.1.1 Sifat fisik

Bottom ash memiliki partikel angular (bersiku) dengan permukaan berpori. Dan partikel *bottom ash* memiliki berbagai ukuran mulai dari kerikil halus sampai dengan pasir halus dengan prosentase lumpur yang sangat sedikit. *Bottom ash* biasanya merupakan material dengan gradasi baik, meskipun variasi distribusi ukuran partikel diambil pada pembangkit listrik yang sama dan waktunya berbeda. *Bottom ash* umumnya berupa pasir sedang, dengan prosentase 50% sampai 90% lolos saringan berukuran 4,75 mm (no.4), 10% sampai 60% lolos saringan berukuran 0,42 mm (no.40), 0 sampai 10% lolos saringan berukuran 0,075 mm (no.200) (*Coal Bottom ash/Boiler Slag- Material Description*, 2000).

Sifat fisik dari *bottom ash* berdasarkan bentuk, warna, tampilan, ukuran, *specific gravity*, *dry unit weight* dan penyerapan dari *wet* dan *dry bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat fisik dari *bottom ash*

Sifat Fisik <i>Bottom ash</i>	Wet	Dry
Bentuk	Angular / bersiku	Berbutir kecil / granular
Warna	Hitam	Abu-abu gelap
Tampilan	Keras, mengkilap	Seperti pasir halus, sangat berpori
Ukuran (% lolos ayakan)	No.4 (90-100%)	1.5 s/d 3/4 in (100%)
	No.10 (40-60%)	No.4 (50-90%)
	No.40(10%)	No.10 (10-60%)
	No.200(5%)	No.40 (0-10%)
Specific gravity	2.3-2.9	2.1-2.7
Dry Unit Weight	960-1440 kg/m ³	720-1600 kg/m ³
Penyerapan	0.3-1.1 %	0.8-2.0 %

Sumber : *Coal Bottom ash/Boiler Slag- Material Description, 2000*

2.1.2 Sifat kimia

Pada prinsipnya *bottom ash* tersusun dari silika (Si), aluminium (Al) dan besi (Fe), dengan prosentase yang lebih kecil kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan senyawa lainnya. Berikut Tabel 2.2 menyajikan sifat kimia dari *bottom ash*.

Tabel 2.2.Sifat kimia dari *bottom ash*

Parameter	Hasil Analisa	
	Kadar	Satuan
Si	29.40 ± 0.03	%
Mg	1.17	%
Ca	14.55 ± 6.13	%
Fe	590.33 ± 0.89	Ppm
Al	0.2576 ± 0.0001	%

Sumber : Penelitian *Bottom ash* di Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas MIPA, 2012

2.1.3 Sifat mekanis

Tabel 2.3 berisi beberapa nilai dari sifat mekanis *bottom ash* dan *boiler slag*, yaitu karakteristik pemadatan (*dry density*, kelembaban optimum), karakteristik daya tahan (test abrasi Los Angeles), nilai CBR dan permeabilitas.

Tabel 2.3. Sifat mekanis khas dari *dry* dan *wet bottom ash*

Sifat mekanis	<i>Dry Bottom ash</i>	<i>Wet Bottom ash</i>
Max. Dry Density	1210-1620 kg/m ³	1330-1650 kg/m ³
Kelembaban Optimum	12-24% (umumnya <20)	8-20%
Test Abrasi LA (% kehilangan)	30-50	24-48
Sodium Sulfat Soundness test (% kehilangan)	1.5-10	1-9
Kuat Geser (sudut geser)	38-42° 38-45% (ukuran butir < 9.5 mm)	38-42° 38-46° (ukuran butir < 9.5 mm)
CBR (%)	40-70	40-70
Koefisien permeabilitas	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm/det	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm/det
Friable partikel (kerak batu bara)	Ada	tidak ada

Sumber : *Coal Bottom ash/Boiler Slag- Material Description, 2000*

Nilai maksimum *dry density* dari *dry bottom ash* dan *boiler slag* biasanya dari 10% – 25%, nilai ini lebih rendah dari bahan alami granular. Sedangkan nilai kelembaban optimum *bottom ash* dan *boiler slag* keduanya lebih tinggi dari bahan alami granular (*Coal Bottom ash/Boiler Slag- Material Description, 2000*).

2.2 Paving block dan Bahan Penyusunnya

Paving block merupakan bahan bangunan struktural yang terbuat dari campuran semen, agregat halus (pasir) dan air sebagai pengikat keduanya, serta dapat ditambah dengan bahan lain yang berfungsi mengurangi penggunaan semen dan atau agregat halus dengan tidak mengurangi kekuatan. Biasanya *paving block* digunakan sebagai perkerasan lahan parkir perkantoran, hotel maupun perumahan sehingga dapat meminimalisir penggunaan aspal pada perkerasan jalan.

Menurut SNI 03-0691-1996 *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 *paving block* itu.

Bahan penyusun *paving block* mempengaruhi kekuatan *paving block* menahan beban, sehingga dalam membuat proporsi campuran bahan penyusunnya perlu diperhitungkan. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah agregat halus, air, semen portland dan *bottom ash* sebagai bahan pengganti semen.

2.2.1 Agregat Halus (Pasir)

Agregat merupakan bahan material yang berasal dari batuan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan beton, perkerasan jalan dan lain sebagainya. Berdasarkan sumber memperolehnya, agregat digolongkan menjadi dua yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan. Contoh dari agregat yang berasal dari alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan contoh dari agregat buatan adalah agregat yang berasal dari pecahan genteng, pecahan beton, *fly ash* dari residu PLTU dan lainnya.

Dan berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang ukuran butunya lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm) (Tri Mulyono,2004).

Namun untuk proses pembuatan *paving block*, agregat yang digunakan adalah agregat halus (pasir). Pasir yang dipakai dalam campuran pembuatan *paving block* ini sama dengan pasir pada campuran beton, yaitu berasal dari sungai ataupun dari galian tambang (*quarry*).

Dan agregat halus yang baik harus memenuhi syarat mutu sesuai dengan SII 0052-80, “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton” dan jika tidak tercantum dalam syarat ini harus memenuhi syarat ASTM C.33-82, “*Standard Spesification for Concrete Aggregate*”.

Berikut adalah agregat halus menurut SII 0052-80

1. Kadar lumpur lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 5%.
2. Kadar zat organik yang terkandung ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua daripada warna standar.
3. Kekerasan butiran jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa bangsa memberikan angka tidak lebih dari 2.20.

4. Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15 %)

Dan berikut ini adalah agregat halus menurut ASTM C.33

1. Kadar lumpur lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) dalam persen berat maksimum,
 - Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3%
 - Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.
3. Kandungan arang dan lignit,
 - Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0.5%
 - Beton jenis lainnya, maksimum 1.0%
4. Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) sebesar 3%, tidak menghasilkan warna yang lebih tua dibanding warna standart. Jika warnanya lebih tua maka ditolak, kecuali,
 - Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenis.
 - Ketika diuji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjukkan nilai lebih besar dari 95%. Uji kuat tekan sesuai dengan cara ASTM C.87
5. Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.
6. Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimal 10% dan jika dipakai magnesium sulfat maka bagian yang hancur maksimal 15%.

Dalam pembuatan *paving block*, terdapat sifat – sifat agregat halus yang sangat berpengaruh pada mutunya, yaitu :

1. Berat jenis agregat dan penyerapan air

Berat jenis adalah perbandingan berat pasir dengan berat air suling yang mempunyai volume sama dengan volume pasir. Terdapat tiga macam berat jenis agregat yang perlu diperhitungkan dalam pembuatan *paving block*, yaitu :

- Berat jenis curah, yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C
- Berat jenis jenuh kering permukaan, yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C
- Berat jenis semu, yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C
- Penyerapan/absorpsi, yaitu perbandingan berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering dan dinyatakan dalam persen.

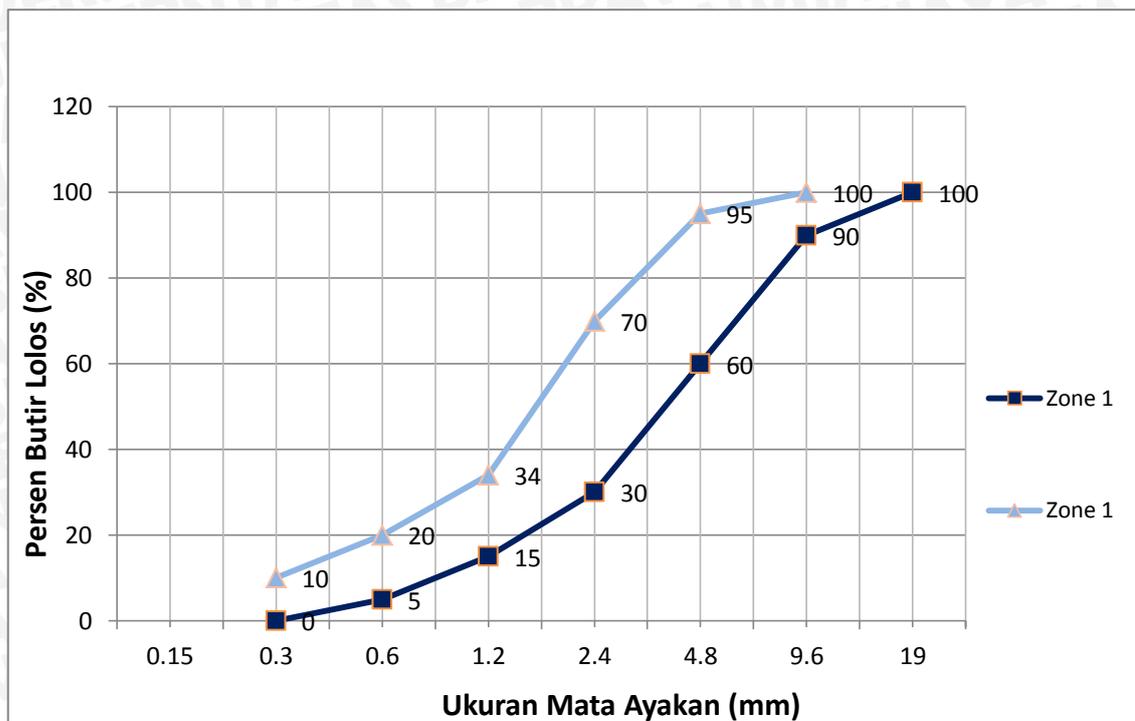
2. Gradasi agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran dari agregat yang berfungsi untuk saling mengisi pori – pori dalam pembuatan *paving block*. Gradasi agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti terlihat dalam Tabel 2.4 dan tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 agar mempermudah dalam memahaminya.

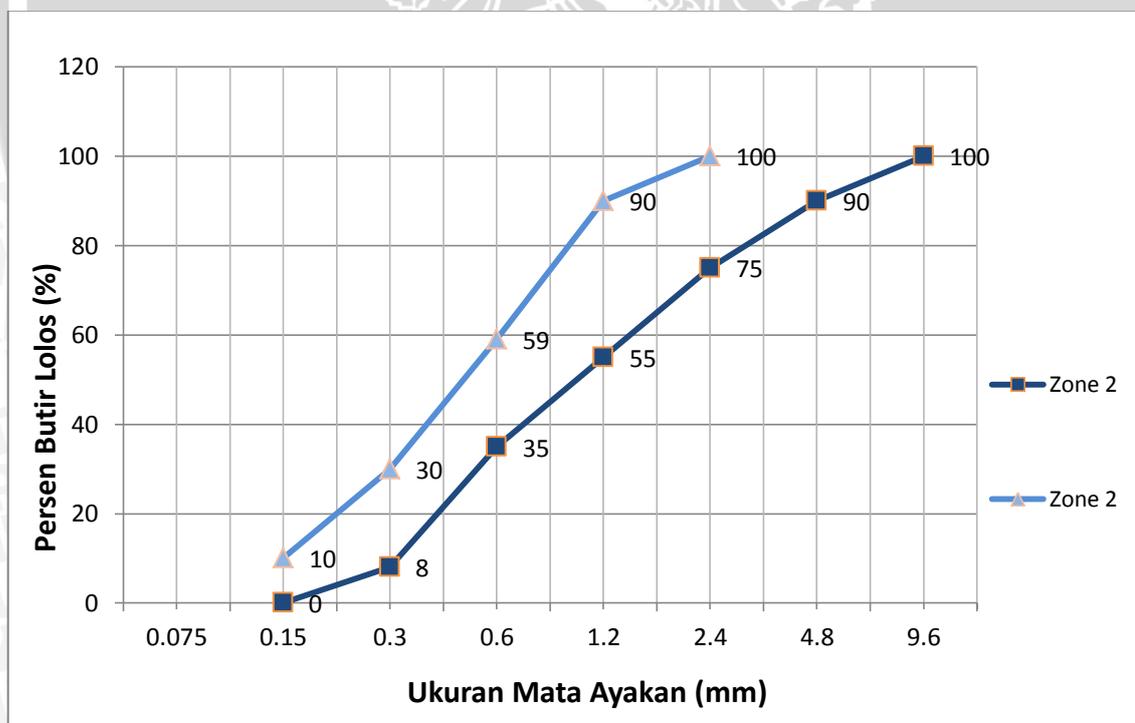
Tabel 2.4. Gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Prosentase Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
9.500	100	100	100	100
4.760	90-100	90-100	90-100	95-100
2.380	65-95	75-100	85-100	95-100
1.190	30-70	55-90	75-100	90-100
0.590	15-34	35-59	60-79	80-100
0.297	5-20	8-30	12-40	15-50
0.149	0-10	0-10	0-10	0-15

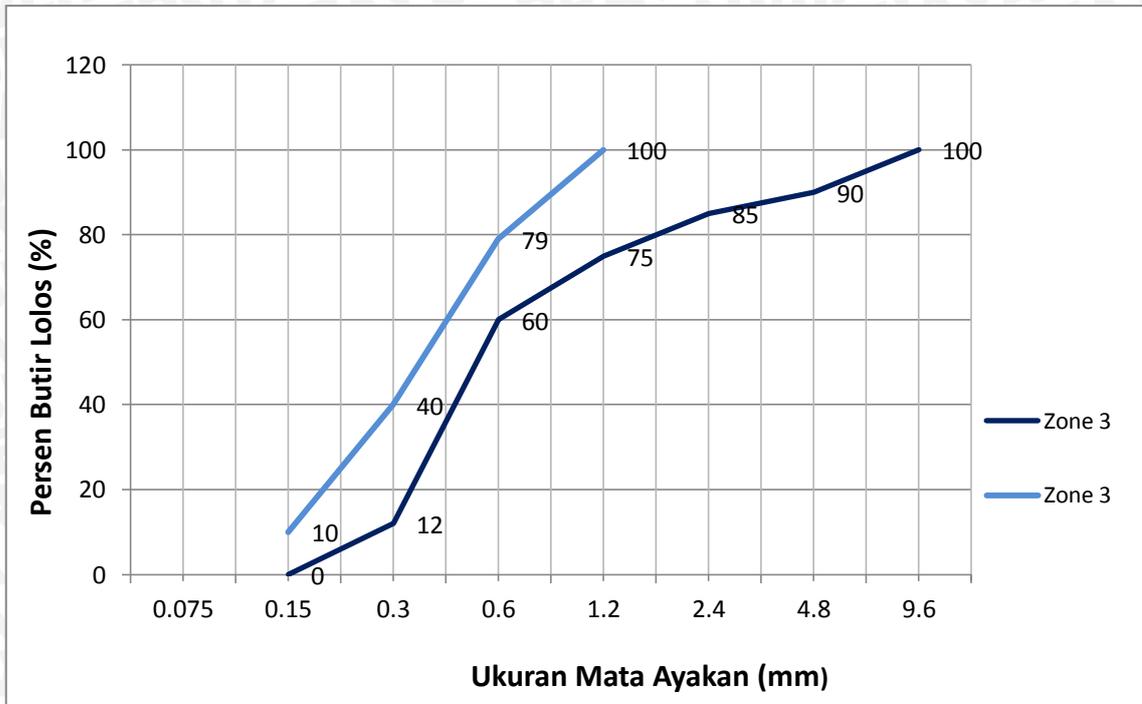
Sumber : SK SNI-T-15-1990-03



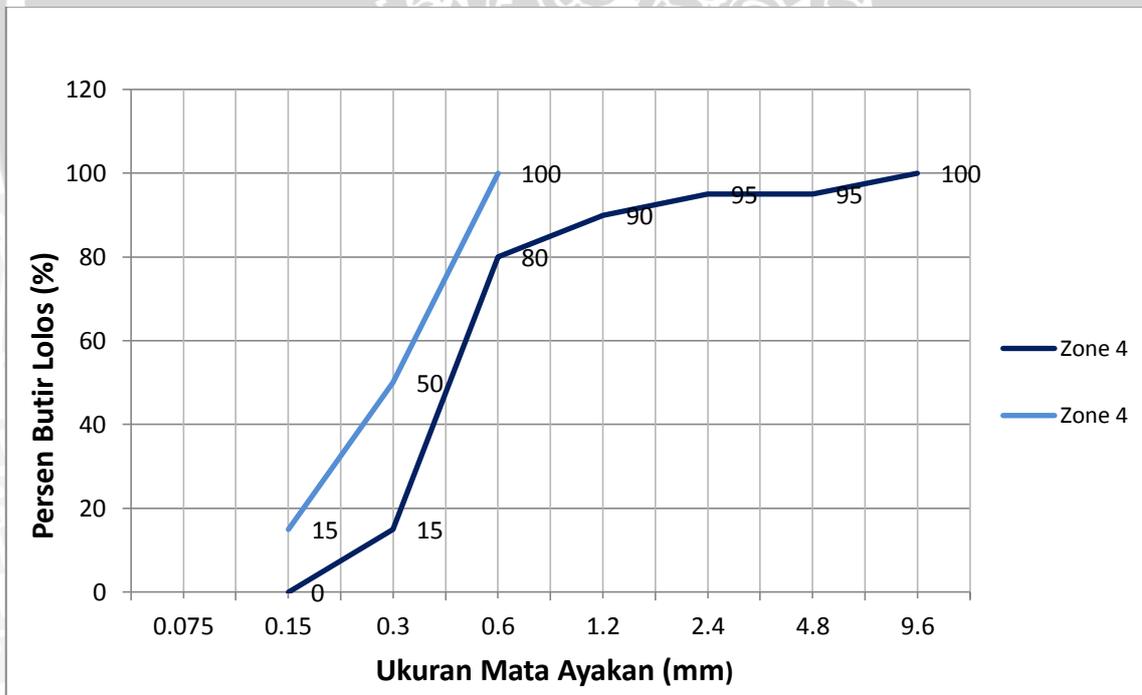
Gambar 2.1 Grafik lengkung ayakan pasir zone I
 Sumber : SK SNI-T-15-1990-03



Gambar 2.2 Grafik lengkung ayakan pasir zone II
 Sumber : SK SNI-T-15-1990-03



Gambar 2.3 Grafik lengkung ayakan pasir zone III
 Sumber : SK SNI-T-15-1990-03



Gambar 2.4 Grafik lengkung ayakan pasir zone IV
 Sumber : SK SNI-T-15-1990-03

Keterangan :

Zone I adalah pasir kasar, zone II adalah pasir agak kasar, zone III adalah pasir agak halus dan zone IV adalah pasir halus

2.2.2 Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan *paving block* untuk membantu proses kimiawi semen, mengikat semen dengan agregat halus dan mempermudah dalam pekerjaannya. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan dalam pembuatan *paving block* karena tidak mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, gula, minyak atau yang lainnya. Dan bila bahan-bahan tersebut dipakai, akan menurunkan kualitas *paving block*.

Dalam ACI 318-89 juga dijelaskan mengenai air yang digunakan pada campuran beton yang berarti juga berlaku pada pembuatan *paving block*, yaitu air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Dan juga air yang digunakan dalam pembuatan beton pratekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

2.2.3 Semen

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar (Tri Mulyono, 2004).

Secara umum semen dapat dibagi dalam dua kelas, yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis. Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Sedangkan semen non hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air, tetapi dapat mengeras di udara. Salah satu contoh dari semen hidrolis yang paling sering digunakan adalah semen portland.

Menurut ASTM C-150 semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silika hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen portland ini biasa dipakai oleh kalangan luas baik itu untuk bahan pengisi pada dinding batu bata, plesteran dan yang lainnya sehingga semen portland ini bersifat umum dan biasa dikenal dengan sebutan “semen” saja karena pembuatannya yang massal.

Jenis semen lainnya yang akhir – akhir ini sering digunakan untuk keperluan pekerjaan beton dan pembuatan bahan bangunan adalah semen portland pozzolan. Semen portland pozzolan adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang

homogen antara semen portland dan pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling semen portland dan pozzolan bersama – sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur dimana kadar pozzolan berkisar antara 6% sampai 40% dari massa semen Portland (SNI 15-0302-2004). Pozzolan merupakan bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, tetapi dengan bentuknya yang halus dan dengan adanya air maka senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar untuk membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

Menurut SNI 15–0302–2004, semen portland pozzolan dibagi menjadi 4 jenis berdasarkan penggunaannya, yaitu :

- a. Jenis IP-U, yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.
- b. Jenis IP-K, yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton yang dalam penggunaannya memerlukan tahanan terhadap sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis P-U, yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton yang dalam penggunaannya yang tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
- d. Jenis P-K, yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton yang dalam penggunaannya tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta tahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi rendah.

Semen yang satu dengan semen lainnya dapat dibedakan berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Dalam penelitian ini digunakan semen portland pozzolan IP-U produksi Semen Gresik dengan komposisi kimia dan fisika yang terlihat dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Komposisi kimia dan fisika Semen Gresik (PPC)

Jenis Pengujian	SNI 15-2049-04		ASTM C595-03	Hasil Pengujian
	PPC Tipe IP-U	PPC Tipe IP-K	PPC Tipe IP	
Komposisi Kimia:				
Silikon Dioksida	(SiO ₂),%	-	-	23,13
Aluminium Oksida	(Al ₂ O ₃),%	-	-	8,76
Ferri Oksida	(Fe ₂ O ₃),%	-	-	4,62
Kalsium Oksida	(CaO),%	-	-	58,66
Magnesium Oksida	(MgO),%	≤ 6,00	≤ 6,00	0,90
Sulfur Trioksida	(SO ₃),%	≤ 3,50	≤ 3,50	2,18
Hilang Pijar	(LOI),%	≤ 5,00	≤ 3,00	1,69
Kapur Bebas	,%	-	-	0,69
Bagian Tidak Larut	,%	-	-	0,82
Pengujian Fisika:				
Kehalusan:				
Sisa di atas ayakan 0,09 mm	(%)	-	(A)	
Dengan Alat Blaine	(M ² /Kg)	≥ 280	(A)	325
Waktu Pengikatan dengan alat Vicat:				
Awal	(menit)	≥ 45	≥ 45	153
Akhir	(menit)	≤ 420	≤ 420	249
Kekekalan dengan alat Autoclave:				
Pemuaian	(%)	≤ 0,80	≤ 0,80	0,043
Penyusutan	(%)	≤ 0,20	≤ 0,20	-
Kuat Tekan				
3 hari	(Kg/cm ²)	≥ 125	≥ 110	205
7 hari	(Kg/cm ²)	≥ 200	≥ 165	290
28 hari	(Kg/cm ²)	≥ 250	≥ 205	385
Panas Hidrasi				
7 hari	(cal/gr)	-	≤ 70 (B)	68,15
28 hari	(cal/gr)	-	80 ≤ 80 (B)	78,40
Kandungan Udara	(%)	< 12 [C]	≤ 12	6,40

Keterangan: (A) = Sesuai permintaan.
 (B) = Berlaku bila diperlukan panas hidrasi rendah atau sedang, dan syarat kuat tekan minimum menjadi 80% dari syarat di atas.
 (C) = Bila diperlukan/diminta oleh konsumen atau produsen.

Sumber: <http://semen.web44.net/v.2.0/layananpelanggan/komposisipengujian.php>

2.2.4 Penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti semen

Pada penelitian ini *bottom ash* digunakan sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan *paving block*. Karena sifat kimia dari *bottom ash* itu silika (Si) yang dinilai mendekati nilai silika (Si) dari semen. Sehingga silika (Si) *bottom ash* dapat menggantikan sebagian dari silika (Si) semen. Berikut perbandingan sifat kimia dari *bottom ash* dan bahan penyusun semen dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Perbandingan sifat kimia *bottom ash* dan bahan penyusun semen

Parameter	Konsentrasi rata-rata (%)	
	<i>bottom ash</i>	Semen
Si	29.040	23.13
Ca	14.550	58.66
Fe	0.059	4.62
Al	0.2576	8.76

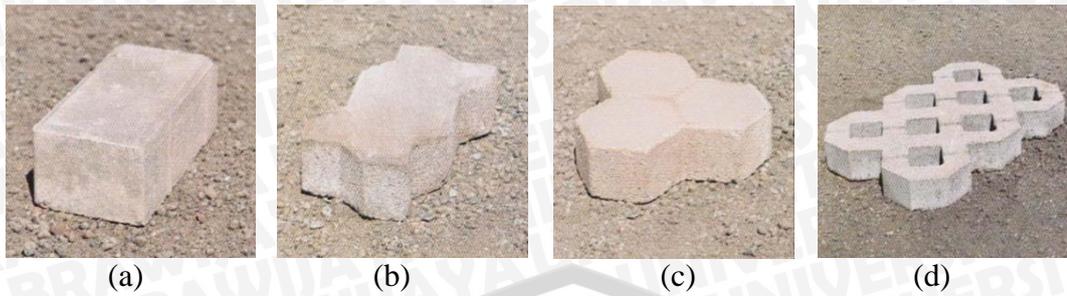
2.3 Karakteristik *Paving Block*

Paving block dapat digunakan sebagai lahan parkir pada hotel, perkantoran dan yang lain untuk menggantikan aspal sebagai perkerasan jalan yang biasa digunakan, bahkan di beberapa pelabuhan juga sudah menggunakan tipe perkerasan ini, seperti terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penggunaan *paving block* sebagai lahan parkir.
Sumber: *Concrete Block Paving*.

Paving block banyak diproduksi dalam berbagai variasi bentuk, yaitu *tru paving block*, *uni paving block*, *tri hexagon paving block* dan *grass block* seperti terlihat pada Gambar 2.6. Selain itu variasi bentuk tersebut juga divariasikan lagi dalam penataannya agar terlihat menarik.

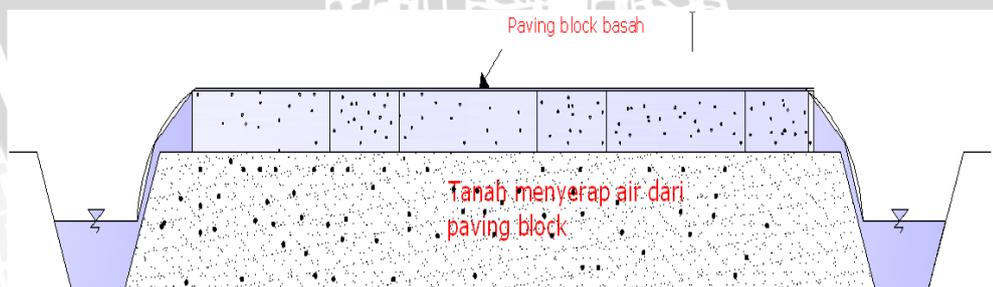


Gambar 2.6 Variasi bentuk *paving block*, (a) *tru paving block* ; (b) *uni paving block*; (c) *tri hexagon paving block*; (d) *grass block*.

2.3.1 Penyerapan air *paving block*

Penyerapan air adalah suatu proses masuknya air ke dalam pori – pori suatu benda padat, dalam hal ini benda padat tersebut adalah *paving block*. Penyerapan air yang terjadi dapat mengakibatkan bertambahnya berat *paving block*, penyerapan air *paving block* ini dinyatakan dalam prosentase berat dari berat kering *paving block*.

Dengan adanya penyerapan air *paving block* maka akan membantu mengurangi jumlah air yang berada di jalan yang menggunakan media *paving block* karena selain air dapat mengalir ke saluran drainase jalan, air juga dapat menyerap ke *paving block* dan akan menyerap ke dalam tanah seperti pada Gambar 2.7. Dalam SNI 03-0691-1996 diklasifikasikan mutu *paving block* berdasarkan penyerapan air dan kuat tekan *paving block*. Semakin besar mutu dari *paving block* maka semakin kecil prosentase penyerapan air, seperti terlihat pada Tabel 2.7.



Gambar 2.7 Penyerapan air ke *paving block* dan tanah.

2.3.2 Kuat tekan *paving block*

Kuat tekan merupakan salah satu hal utama dalam sifat *paving block* yang berhubungan dengan penggunaannya dalam berbagai keperluan. Kuat tekan adalah kemampuan suatu *paving block* untuk menahan beban sampai keadaan saat *paving block* mulai hancur. Dalam SNI 03-0691-1996 dijelaskan mengenai mutu dari *paving*

block yang diklasifikasikan menjadi empat jenis berdasarkan kuat tekan dan penyerapan air seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Klasifikasi mutu *paving block*

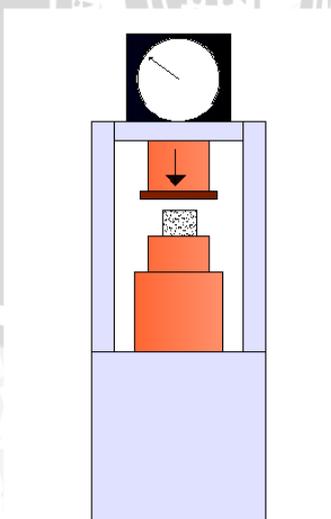
Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan Air rata-rata maks
	Rata - rata	Min	%
A	40	35	3
B	20	17	6
C	15	12.5	8
D	10	8.5	10

Sumber: SNI 03-0691-1996

Dari keempat jenis mutu *paving block* yang terdapat pada tabel 2.7, masing – masing mutu *paving block* mempunyai fungsi yang berbeda – beda sesuai dengan SNI 03-0691-1996, yaitu :

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

Dalam pelaksanaan pengujian kuat tekan, *paving block* diletakkan di atas mesin uji tekan sedemikian rupa sehingga *paving block* terletak tepat dibawah bebannya seperti terlihat pada Gambar 2.8, pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengkondisikan *paving block* seperti keadaan sebenarnya di lapangan.



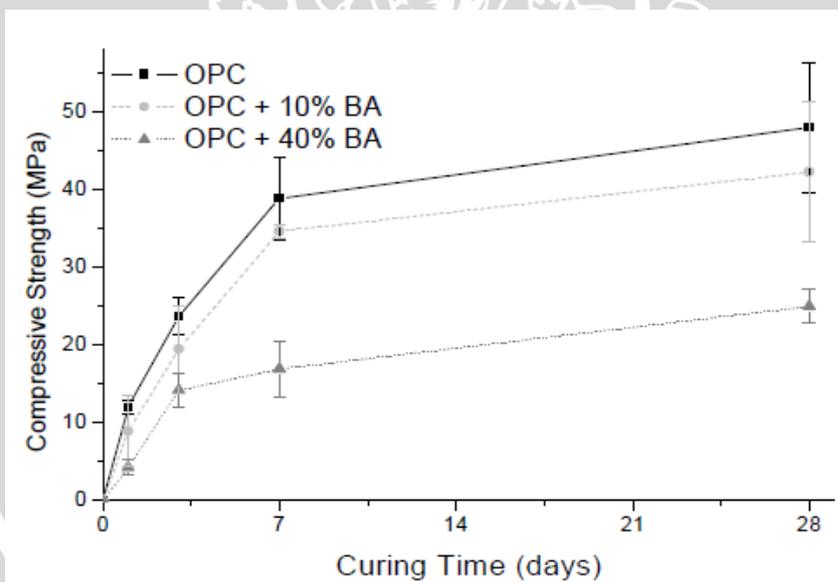
Gambar 2.8 Pengujian Kuat tekan *paving block*

Kuat tekan *paving block* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Jenis dan kualitas dari semen, pasir dan bahan penambah lainnya.
- Perbandingan jumlah semen dengan pasir.
- Perbandingan berat air dengan semen.
- Cara pembuatannya berdasarkan seberapa besar pemadatan *paving block*.

2.4 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mark Whittaker, Rachel Taylor, Qui Li, Shuangxin Li and Dr. Leon Black mengenai “*The Effects of Bottom Ash as a Partial Cement Replacement*”, dijelaskan bahwa penggunaan bottom ash sebagai pengganti semen dengan prosentase 10 % hanya sedikit berpengaruh pada kuat tekan mortar, tetapi pada prosentase 40 % terjadi penurunan kuat tekan yang besar. Mortar yang diteliti tersebut dibuat dengan komposisi semen : air : pasir adalah 1 : 0,5 : 3 dan kuat tekan maksimal pada setiap pengujian dilakukan pada waktu 28 hari, seperti terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik *compressive strength* mortar
Sumber :Mark Whittaker, et. al.

Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wisnumurti, Sri Murni Dewi, dan Agoes Suhardjono MD pada tahun 2011 mengenai “*Masonry Behavior of Local Brick from East-java Indonesia*”, dijelaskan mengenai mortar dengan komposisi 1 semen : 3 pasir kuat tekannya lebih besar daripada mortar dengan komposisi 1 semen : 5 pasir dan 1 semen : 7 pasir, seperti terlihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Perbandingan komposisi mortar

Material	Compressive stress (kg/cm ²)
Mortar 1:3	130.04
Mortar 1:5	79.81
Mortar 1:7	48.01

Sumber :Wisnumurti, et. al, 2011

Berdasarkan kedua penelitian tersebut maka penelitian penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti semen ini dirasa dapat dikerjakan yaitu dengan menggunakan komposisi campuran 1 semen : 3 pasir dengan harapan mendapatkan nilai kuat tekan dan prosentase penyerapan air yang sesuai dengan mutu *paving block* seperti pada SNI 03-0691-19961.

2.5 Hipotesis

Sesuai dengan kajian pustaka yang dikemukakan di atas, maka dapat disusun sebuah hipotesis penelitian, antara lain :

1. Ada pengaruh antara pemanfaatan *bottom ash* dengan kadar tertentu sebagai pengganti semen dengan penyerapan air *paving block*.
2. Ada pengaruh antara pemanfaatan *bottom ash* dengan kadar tertentu sebagai pengganti semen dengan kuat tekan *paving block*.