

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bata Beton

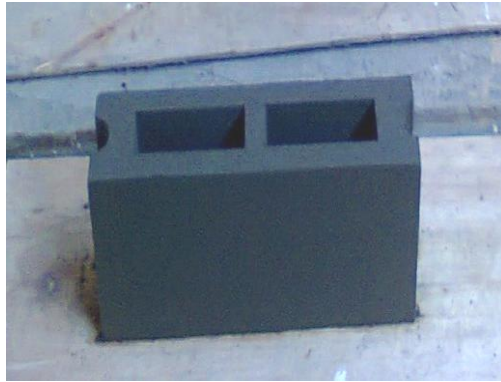
A.1 Pengertian Bata Beton

Bata beton merupakan salah satu bahan bangunan berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar, dengan bahan pembentuk berupa campuran dari semen, agregat halus, air dan bahan tambahan lainnya. Bata beton ini cukup kuat dan dapat disusun lima kali lebih cepat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Keunggulan yang lain dari dinding bata beton yaitu dapat meredam panas dan suara. Bata beton dapat dibagi atas dua jenis (SK SNI 03-0349-1989), yaitu:

1. Bata beton berlubang yaitu bata yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan pembantu lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih besar dari 25% volume batanya.
2. Bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih luas penampang seluruhnya, dan mempunyai volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya.

A.2 Persyaratan Mutu Bata Beton Berlubang

Komposisi penyusunan bata beton sangat mempengaruhi kekuatan dari bata beton itu sendiri, antara lain seperti jenis semen dan pasir yang dipakai, dan perbandingan jumlah semen terhadap agregat dan air. Bata beton berlubang seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 dikatakan baik jika masing-masing permukaannya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi (Haryanto, 2011).



Gambar 2.1 Bata beton berlubang

Menurut SNI 03-0349-1989 mutu bata beton berlubang dibedakan menjadi empat tingkatan mutu, yaitu mulai dari tingkat mutu I hingga mutu IV. Berikut ini merupakan penjelasan dari mutu I sampai mutu IV pada bata beton berlubang :

1. Bata beton berlubang mutu I adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
2. Bata beton berlubang mutu II adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).

3. Bata beton berlubang mutu III adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari, tetapi permukaan dinding dari bata tersebut boleh tidak diplester (di bawah atap).
4. Bata beton berlubang mutu IV adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (harus diplester dan di bawah atap).

Persyaratan fisis bata beton berlubang menurut SNI 03-0349-1989 dapat dilihat pada Tabel 2.1 sedangkan persyaratan ukuran standar dan toleransi bata beton berlubang, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Persyaratan fisis bata beton berlubang

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto* rata-rata minimum	MPa	7	5	3,5	2
	Kg/cm ²	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	MPa	6,5	4,5	3	1,7
	Kg/cm ²	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

*) Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

Tabel 2.2 Persyaratan ukuran standar dan toleransi bata beton berlubang

Jenis	Ukuran + Toleransi (mm)			Tebal dinding sekat lubang, minimum (mm)	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
Kecil	400 + 3 - 5	190 + 3 - 5	100 ± 2	20	15
Besar	400 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 ± 2	25	20

A.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Bata Beton Berlubang

Berikut ini merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi mutu bata beton berlubang, antara lain:

1. Faktor air semen

Faktor air semen merupakan perbandingan berat air dan semen dalam suatu *mix design*. Faktor air semen ini sangat mempengaruhi *mix design* bata beton berlubang dalam hal kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*).

Pada dasarnya nilai faktor air semen ini berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan. Kekuatan bata beton berlubang dapat berkurang jika kondisi di atas tidak dikerjakan. Oleh karena itu, nilai faktor air semen yang dibutuhkan untuk memudahkan pembuatan bata beton berlubang ini dibuat pada batas kondisi adukan legas tanah, sehingga adukan ini dapat dipadatkan dengan optimal. Mengetahui hal tersebut, maka dalam pembuatan bata beton berlubang tidak memiliki patokan angka untuk faktor air semen, karena sangat bergantung dengan campuran penyusunannya (Sari, 2010).

2. Sifat agregat

a. Kekerasan agregat

Bata beton berlubang memiliki kekerasan dan kekuatan yang tinggi, untuk itu diperlukan pula penggunaan agregat yang memiliki kekerasan yang tinggi pula. Kekerasan agregat bergantung pada kandungan silikanya, maka semakin tinggi kandungan silika yang ada pada agregat, semakin keras pula agregat tersebut.

b. Susunan besar butir agregat

Dalam pembuatan bata beton berlubang agregat yang digunakan haruslah tersusun dari berbagai macam ukuran (ukuran butir agregat tidak sama). Hal ini dapat mengurangi penggunaan air dan semen dalam pembuatannya, karena celah antar butiran yang agak besar dapat terisi oleh butiran yang lebih kecil. Ukuran butiran yang diperlukan adalah yang lebih besar dari saringan nomor 200 (0,074 mm).

c. Kebersihan agregat

Kebersihan agregat sangat penting untuk diperhatikan, agregat tidak boleh mengandung zat organik, garam sulfat, lemak, lumpur dan sebagainya. Bahan organik dan lemak yang berlebihan dapat menghambat pengikatan semen dan agregat selain itu dapat menurunkan kekuatan bata beton berlubang. Sedangkan garam sulfat yang berlebih dapat menyebabkan keretakan pada bata beton berlubang.

3. Umur bata beton berlubang

Seiring dengan bertambahnya umur bata beton berlubang, maka kuat tekannya pun bertambah tinggi. Sebagai standar kekuatan bata beton berlubang dipakai

kekuatan pada umur 28 hari. Apabila diinginkan untuk mengetahui kekuatan bata beton berlubang pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dapat dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan bata beton berlubang pada umur 28 hari.

4. Kepadatan bata beton berlubang

Kepadatan bata beton berlubang mempengaruhi kekuatannya, maka campurannya harus dibuat sepadat mungkin. Adanya kepadatan yang lebih ini dapat memungkinkan bahan menjadi semakin keras, serta untuk membantu merekatnya bahan campuran pembuatan bata beton berlubang dengan semen yang dibantu dengan air (Haryanto, 2011).

A.4 Keuntungan dan Kerugian dari Bata Beton Berlubang

Bata beton berlubang merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai pasangan dinding. Dalam pemakaiannya bata beton berlubang mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya adalah :

1. Pemasangan bata beton berlubang umumnya memberikan penghematan waktu dan biaya upah pemasangan dibandingkan dengan bata merah.
2. Apabila pekerjaan pemasangan dinding bata beton berlubang dilakukan dengan baik dan rapi, maka pasangan dinding pun tidak perlu diplester dan dapat diperoleh penyelesaian arsitektonis yang menarik (Prakoso, 2006).
3. Lubang-lubang pada bata beton berlubang dapat dimanfaatkan untuk penempatan pipa air atau kabel listrik.

4. Bata beton berlubang dikenal sifatnya sebagai bahan bangunan tahan api yang efektif dan ekonomis.
5. Dinding bata beton berlubang dapat menyekat perambatan suara dengan baik.

Sedangkan kerugian pemakaian bata beton berlubang adalah sebagai berikut (Wijanarko, 2008) :

1. Karena proses pengerasannya butuh waktu yang cukup lama, maka butuh waktu yang lama untuk menyimpan sebelum memakainya.
2. Apabila diinginkan lebih cepat mengeras/membatu perlu ditambah dengan semen, sehingga menambah biaya pembuatan.
3. Mengingat ukurannya cukup besar serta proses pengerasan yang cukup lama, mengakibatkan pada saat pengangkutan banyak terjadi bata beton berlubang pecah.

B. Abu Batubara

Abu batubara adalah bagian dari sisa pembakaran batubara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus dan bersifat *pozzolan*. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina dimana bahan *pozzolan* itu sendiri tidak mempunyai sifat seperti semen, akan tetapi dengan bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi secara kimiawi dengan kalsium hidroksida (senyawa hasil reaksi antara semen dan air) pada suhu kamar membentuk senyawa kalsium aluminat hidrat yang mempunyai sifat seperti semen.

Abu batubara dapat digunakan pada beton sebagai material terpisah atau sebagai bahan dalam campuran semen dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Fungsi abu batubara sebagai bahan aditif dalam beton bisa sebagai pengisi (*filler*) yang akan menambah internal kohesi dan mengurangi porositas daerah transisi yang merupakan daerah terkecil dalam beton, sehingga beton menjadi lebih kuat. Pada umur sampai dengan 7 hari, perubahan fisik abu batubara akan memberikan kontribusi terhadap perubahan kekuatan yang terjadi pada beton, sedangkan pada umur 7 sampai dengan 28 hari, penambahan kekuatan beton merupakan akibat dari kombinasi antara *hidrasi* semen dan reaksi *pozzolan*.

Dari proses pembakaran batubara akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 20 % - 30 % abu dasar, sedangkan sisanya sekitar 70 % - 80 % berupa abu terbang.

B.1 Bottom Ash

Bottom ash merupakan bagian yang tidak terbakar dengan dari batubara atau material lain, pada umumnya *bottom ash* menempel pada bagian bawah atau dinding dari tungku pembakaran yang ditemukan setelah proses pembakaran (wikipedia, 2012).

Menurut Sutrisno (2005), *bottom ash* adalah limbah sisa dari pembakaran batu bara. Pada waktu pembakaran batu bara pada suatu pembangkit tenaga batubara, akan menghasilkan sisa pembakaran yang terdiri dari 80% berupa *fly ash* dan sisanya 20% berupa *bottom ash*. *Bottom ash* seperti yang terlihat pada Gambar 2.2

mempunyai karakteristik fisik berwarna abu-abu gelap, berbentuk butiran, berporos, mempunyai ukuran butiran antara pasir hingga kerikil.

Bottom ash mempunyai butiran partikel yang cukup berat untuk dapat melayang di udara seperti *fly ash*, sehingga *bottom ash* jatuh pada tungku pembakaran. Terdapat dua jenis tungku perapian yang digunakan untuk pembakaran batubara, yaitu tungku perapian jenis kering dan basah. Setiap jenis tungku perapian menghasilkan *bottom ash* yang berbeda (Sunarko & Manuel, 2011).



Gambar 2.2 *Bottom Ash*

Adapun karakteristik fisik dan kimia dari bottom ash adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik fisik

Bottom ash memiliki butiran partikel sangat berpori pada permukaannya. Butiran partikel *bottom ash* mempunyai batasan dari kerikil sampai pasir. Variasi ukuran partikel *bottom ash* biasanya 50% - 90% lolos pada saringan 4,75 mm (No.4), 10% - 60% lolos saringan 0,6 mm (No. 40), 0% - 10% lolos saringan 0,075 mm (No. 200), dan ukuran paling besar berkisar antara 19 mm (3/4 in) sampai 38,1 mm (1-1/2 in) (Sutrisno, 2005). Sifat fisik *bottom ash* berdasarkan bentuk, warna, tampilan, ukuran, *specific gravity*, *dry unit weight* dan penyerapan dari *wet* dan *dry bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat fisik khas dari *bottom ash*

Sifat fisik <i>bottom ash</i>	<i>Wet</i>	<i>Dry</i>
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 ¾ in (100%)
	No. 10 (40-60%)	No. 4 (50-90%)
	No. 40 ($\leq 10\%$)	No. 10 (10-60%)
	No. 200 ($\leq 5\%$)	No. 40 (0-10%)
<i>Specific gravity</i>	2,3 – 2,9	2,1 – 2,7
<i>Dry Unit Weight</i>	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 (Santoso, 2003).

2. Karakteristik kimia

Komposisi kimia dari *bottom ash* sebagian besar terdiri dari silika, alumina dan besi dengan sedikit magnesium, kalsium, sulfat dan unsur kimia lain yang dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Hasil analisis *bottom ash*

Senyawa kimia	Persentase kadar (%)
SiO ₃	26,98
Al ₂ O ₃	39,40
Fe ₂ O ₃	10,62
CaO	0,63
MgO	0,56
Na ₂ O	0,15
SO ₃	0,59

Sumber: Balai penelitian pengembangan industri Surabaya (Santono, 2003).

Keuntungan dari pemakaian beton dengan *bottom ash* adalah dapat mengurangi berat jenisnya sehingga lebih ringan dan lebih cocok apabila dipakai untuk konstruksi yang non struktural (Hartanto & Pratomo, 2011).

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan, didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton dengan campuran *bottom ash* pada usia 7 hari rendah. Akan tetapi, pada usia 28 hari kuat tekan beton yang menggunakan *bottom ash* hampir sama dengan kuat tekan beton tanpa *bottom ash*. Hal tersebut disebabkan *bottom ash* yang dipakai bersifat *pozzolan*. *Bottom ash* yang digunakan ini memiliki *specific gravity* sebesar 1,68 (Aggarwal, 2007).

B.2 Fly Ash

Fly ash atau abu terbang seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 adalah bagian dari abu bakar yang berupa bubuk halus, berwarna keabu-abuan dan ringan yang diambil dari campuran gas tungku pembakaran yang menggunakan bahan batu bara.



Gambar 2.3 *Fly Ash*

Menurut ASTM C618 *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu *fly ash* kelas F yakni abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis anthrasit atau

bituminous, dan kelas C yakni abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignit atau sub bituminous. Adapun sifat fisik *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 2.5 (ASTM C618-91), sedangkan sifat kimianya dapat dilihat pada Tabel 2.6 (Rahmi, 2005).

Tabel 2.5 Sifat fisik abu terbang

Sifat Fisik <i>Fly Ash</i>	Kelas F (%)	Kelas C (%)
Kehalusan sisa diatas ayakan 45 um, maks	34	34
Indeks keaktifan pozzolon dengan PC I, pada umur 28 hari, min	75	75
Air, maks	105	105
Pengembangan dengan <i>Autoclave</i> , maks	0,8	0,8

Sumber : ASTM C 618 – 91

Tabel 2.6 Komposisi kimia abu terbang

Senyawa Kimia	Persentase kadar (%)
SiO ₂	62,49
Al ₂ O ₃	6,36
Fe ₂ O ₃	16,71
CaO	5,69
MgO	0,79
S(SO ₄)	7,93

Sumber : PLTU Paiton (Rahmi, 2005)

C. Semen

Semen terbagi menjadi 2 macam, yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis. Semen non hidrolis ialah semen yang dapat mengikat dan mengeras di udara, akan tetapi tidak stabil di dalam air, contoh dari semen non hidrolis ini yaitu gypsum.

Semen hidrolis adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras di dalam air, sehingga tahan dan stabil di dalam air, contoh dari semen hiraulik ini yaitu semen portland.

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifat hidrolis dengan tambahan gips sebagai bahan tambahan (SK SNI-04-1989-F). Semen portland mempunyai empat senyawa penyusun utama dan sedikit senyawa lainnya sebagai tambahan. Kelima bahan penyusun utama tersebut, yaitu (Prakoso, 2006) :

1. Trikalsium Silikat (C_3S)
2. Dikalsium Silikat (C_2S)
3. Trikalsium Aluminat (C_3A)
4. Tetrakalsium Aluminoferrit (C_4AF)

Komposisi trikalsium silikat dan dikalsium silikat sebesar 70 – 80 % dari berat semen dan merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen. Trikalsim silikat berperan untuk pembentukan kekuatan awal dan dikalsium silikat untuk pembentukan kekuatan pada tahap berikutnya.

Semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (PUBI, 1982) yaitu :

1. Tipe I, untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Tipe II, untuk konstruksi pada umumnya, dimana diinginkan perlawanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.

3. Tipe III, untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi dan dipergunakan pada daerah yang bersuhu rendah.
4. Tipe IV, untuk konstruksi-konstruksi yang persyaratan panas hidrasi rendah dan digunakan untuk pekerjaan besar dan masif.
5. Tipe V, untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

D. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Hampir sebanyak 70 - 75% volume beton ditempati oleh agregat, sehingga agregat menjadi suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan, kuat tahan lama dan ekonomis.

Agregat terbagi menjadi dua macam yaitu agregat kasar seperti kerikil, batu pecah dan agregat halus seperti pasir. Agregat memiliki nilai yang lebih ekonomis apabila dibandingkan dengan semen, sehingga pemakaian agregat sebaiknya digunakan lebih banyak daripada semen. Macam-macam agregat menurut proses pengolahannya yaitu (Hartanto & Pratomo, 2011) :

1. Agregat alam

Agregat yang berasal dari alam terbentuk dari proses erosi dan degradasi. Bentuk partikelnya ditentukan oleh proses pengolahannya.

2. Agregat buatan

Agregat buatan adalah suatu agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan tertentu (khusus). Agregat buatan yang umum dibuat adalah agregat ringan.

Dalam pembuatan bata beton berlubang, pasir yang digunakan harus bermutu baik sesuai dengan persyaratan menurut SK SNI 04-1989- F, diantaranya yaitu:

1. Agregat halus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $< 2,2$.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
3. Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang diakui.

Dilihat dari syarat batas gradasinya, agregat halus (pasir) dibagi menjadi empat zona seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.7 di bawah ini (Prakoso, 2006)

Tabel 2.7 Syarat gradasi pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,8	90	100	90	100	90	100	95	100
2,4	60	95	75	100	85	100	95	100
1,2	30	70	55	100	75	100	90	100
0,6	15	34	35	59	60	79	80	100
0,3	5	20	8	30	12	40	15	50
0,15	0	10	0	10	0	10	0	15

Sumber : Teknologi Beton (Samekto & Rahmadiyanto, 2003).

E. Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan bata beton berlubang. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antar butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan bata beton berlubang akan rendah.

Air yang digunakan untuk pencampuran beton haruslah bersih dan yang paling baik adalah yang memenuhi syarat air minum. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan, tetapi jika terlalu banyak tentu akan mengurangi nilai kekuatan dari beton itu sendiri. Menurut SK SNI S 04-1989-F, air yang digunakan untuk campuran beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur minyak dan benda terapan lain yang bisa dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam organik) lebih dari 15 gram/liter.
4. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
6. Tidak mengandung chlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.

F. Kuat Tekan

Pengertian kuat tekan bata beton dianalogikan dengan kuat tekan beton. Yang dimaksud dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dihasilkan oleh mesin tekan. Dalam teori teknologi beton dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah faktor air semen, kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat. Untuk memperoleh kuat tekan yang tinggi maka diperlukan agregat sudah diuji melalui uji agregat sehingga kuat tekannya tidak lebih rendah daripada pastinya.

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Jumlah semen dapat menentukan kuat tekan dari bata beton, tetapi banyak sedikitnya jumlah semen yang dimaksud untuk meningkatkan kuat tekan bata beton harus diperhatikan nilai faktor air semen yang dihasilkan oleh adukan semen tersebut. Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan akhir adalah bahwa kuat tekan bata beton adalah kekuatan yang dihasilkan dari pengujian tekan oleh mesin uji tekan yang merupakan beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji pecah dibagi dengan ukuran luas nominal batako atau besarnya beban persatuan luas. Untuk pengukuran kuat tekan bata beton mengacu pada standar ASTM C -133-97.

G. Daya Serap Air

Persentase berat air yang mampu diserap agregat di dalam air disebut serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Besar

kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada beton. Semakin banyak pori yang terkandung dalam beton maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga (pori) yang terdapat pada beton terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunannya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga. Untuk pengukuran penyerapan air bata beton menggunakan mengacu pada standar ASTM C 20-93.

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai bata beton yang dicampur dengan limbah abu batubara baik *fly ash* maupun *bottom ash* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dion Stefanus Haryanto (2011) meneliti pemanfaatan *bottom ash* sebagai material konstruksi dalam pembuatan bata beton berlubang untuk dinding. Dari penelitiannya ini diperoleh kesimpulan bahwa penggantian *bottom ash* yang paling optimum sebesar 10 % dari berat pasir, dimana bata beton berlubang yang dihasilkan dapat dikategorikan ke dalam mutu IV, dan untuk hasil uji penyerapan air, bata beton berlubang yang dibuat masuk ke dalam mutu I.

Julius Sunarko dan Edo Manuel (2011) meneliti pengaruh metoda pemadatan batako berlubang yang memanfaatkan *fly ash* dan *bottom ash*. Dari hasil penelitiannya diperoleh kesimpulan bahwa jumlah berat *fly ash* dan *bottom ash* optimum yang dapat digunakan adalah sebesar 30,72 % untuk *fly ash* dan 24,32 % untuk *bottom ash*. Diantara tiga jenis metode pemadatan, pemadatan dengan

metode *vibrate* menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi dan masuk ke dalam kelas mutu III, sedangkan tingkat penyerapan air batako termasuk dalam kelas mutu I.

Andy Hartanto dan Andrew Pratomo (2011) meneliti pengaruh metoda perawatan batako berlubang yang memanfaatkan *fly ash* dan *bottom ash*. Dari hasil penelitiannya diperoleh kesimpulan bahwa didapati komposisi optimum kadar pemakaian *fly ash* 30,72 % berat semen, *bottom ash* 24,32 % berat pasir, serta perbandingan berat semen : pasir yaitu 1 : 8,75. Perawatan siram 1 kali/hari sampai umur 28 hari, diperoleh kuat tekan 53,83 kg/cm² lebih besar dari metoda perawatan lainnya.

Efran Yorky Yulianto (2007) meneliti tentang pemanfaatan limbah batubara (*bottom ash*) sebagai bata beton ditinjau dari aspek teknik dan lingkungan. Dari hasil penelitiannya diperoleh kesimpulan bahwa proporsi limbah batubara (*bottom ash*) optimum sebesar 10 % dari berat agregat halus dengan nilai kuat tekan sebesar 13,54 Mpa dan penyerapan air 8,86 %.