

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Batako

Batako adalah bahan konstruksi berupa bata cetak yang terbuat dari bahan utama semen, air, dan pasir. Campuran ketiga bahan utama pembuatan batako tersebut biasa disebut dengan mortar. Perbandingan komposisi batako yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1986 adalah 75% pasir, 20% semen, dan 5% air. Batako umumnya banyak digunakan di bidang konstruksi dalam pembangunan gedung, rumah, jalan, jembatan, dan lain-lain. Karakteristik batako yang umum ada di pasaran memiliki kuat tekan bervariasi dari 3-50 MPa. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Batako yang baik adalah yang mempunyai permukaannya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Agar didapat mutu batako yang berkualitas, banyak faktor yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi kualitas batako tergantung pada faktor air semen, umur batako, kepadatan batako, bentuk tekstur batuan, ukuran agregat, kekuatan agregat, dan lain-lain.

Mutu batako akan bertambah tinggi seiring bertambahnya umur batako. Oleh karena itu sebagai standar kekuatan batako dipakai kekuatan pada umur batako 28 hari. Selain itu, kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatannya. Dalam pembuatan batako diusahakan campuran dibuat sepadat mungkin. Hal ini memungkinkan untuk menjadikan bahan semakin mengikat, serta untuk membantu merekatnya bahan pembuat batako dengan semen yang dibantu oleh air (Armendariz, 2015).

Ditinjau dari bahan pembuatannya, batako dikelompokkan ke dalam tiga jenis yaitu batako semen/batako *press*, batako putih (*tras*), bata ringan.

a. Batako Semen/Batako *Press*

Batako semen/ batako *press* dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Batako jenis ini biasanya dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan ada

juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada kepadatan batako. Batako ini umumnya memiliki panjang 36-40 cm dan tinggi 18-20 cm.



Gambar 3.1 Batako Semen/Batako Press

Sumber: <http://arafuru.com/material/15-kelebihan-dan-kekurangan-batako-atau-conblock.html>

b. Batako Putih (Tras)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batubatu dari gunung berapi. Batako jenis ini umumnya memiliki ukuran panjang 25-30 cm, tebal 10 cm, dan tinggi 14-18 cm.



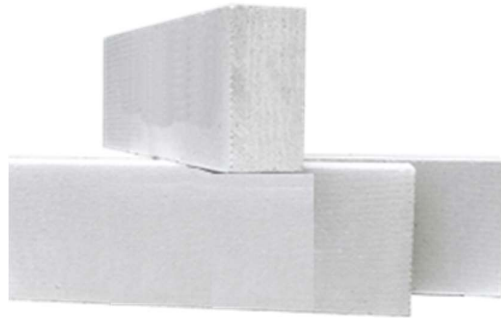
Gambar 3.2 Batako Putih

Sumber: <https://www.olx.co.id/iklan/batako-putih-perkubik-bisa-cash-dan-kredit-IDxqqox.html>

c. Bata Ringan

Bata ringan dibuat dari bahan batu pasir kurasa, kapur, semen, dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Umumnya bata

ringan memiliki berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan.



Gambar 3.3 Bata Ringan

Sumber: <https://pundimasikadbatam.com/spesifikasi-produk>

Menurut SNI 03-0349-1989 Bata Beton untuk Pasangan Dinding dibedakan menjadi dua jenis yaitu bata beton pejal dan bata beton berlubang.

a. Bata Beton Pejal

Bata beton pejal adalah bata yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau semacamnya yang akan ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan penambah lainnya. Bata beton pejal memiliki penampang 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya. Gambar bata beton pejal dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bata Beton Pejal

Sumber: Rahman, 2016

b. Bata Beton Berlubang

Bata beton berlubang bahan penyusunnya sama dengan bata beton pejal yaitu terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis yang akan ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan penambah lainnya. Namun yang membedakan bata beton berlubang dengan bata beton pejal adalah luas penampangnya. Bata beton pejal memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.



Gambar 3.5 Bata Beton Berlubang

Sumber: Rahman, 2016

3.2 Klasifikasi dan Persyaratan Batako

Pada SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, dipaparkan definisi, klasifikasi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji dan syarat lulus uji bata beton untuk pasangan dinding.

3.2.1 Klasifikasi Batako

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, bata beton pejal dibedakan menjadi empat tingkatan mutu, yaitu mulai dari tingkat mutu I sampai mutu IV.

- a. Tingkat Mutu I, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan pula untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).

- b. Tingkat Mutu II, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).
- c. Tingkat Mutu III, adalah bata beton 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)
- d. Tingkat Mutu IV, adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (harus di plester dan di bawah atap).

3.2.2 Persyaratan Batako

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, syarat mutu yang harus dipenuhi batako antara lain :

1. Pandangan Luar
 - a. Bidang Permukaannya tidak boleh cacat.
 - b. Bentuk permukaan lain yang didesain, diperbolehkan
 - c. Rusuk – rusuknya siku terhadap yang lain
 - d. Sudut rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari
2. Ukuran dan Toleransi

Berdasarkan SNI 03-0348-1989, ukuran bata beton standar harus sesuai dengan tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Ukuran Bata Beton

Jenis	Ukuran Nominal (mm)		
	Panjang	Lebar	Tinggi
Tipis	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2
Sedang	400 ± 3	200 ± 3	150 ± 2
Tebal	400 ± 3	200 ± 3	200 ± 2

Sumber: SNI 03-0348-1989

3. Syarat Fisis

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, syarat – syarat fisis harus sesuai dengan tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Syarat – syarat Fisis Bata Beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata – rata min	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto satuan benda uji minimal	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata – rata maksimal	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber: SNI 03-0348-1989

Batako memiliki beberapa keuntungan dan kerugian dalam penggunaannya.

Keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan batako adalah sebagai berikut.

- a. Penggunaan batako sebagai bahan pasangan dinding lebih sedikit untuk pekerjaan pasangan dinding per m² nya dibandingkan dengan penggunaan bata merah.
- b. Proses pembuatannya mudah dan dapat dicetak dengan ukuran yang sama.
- c. Ukuran batako yang besar, membuat waktu dan biaya pemasangannya lebih sedikit.

- d. Jika pekerjaan pemasangannya rapi, dinding batako tidak perlu diplester.
- e. Batako yang berlubang dapat dijadikan isolasi udara.
- f. Batako lebih mudah untuk dipotong.

Sedangkan kerugian pemakaian batako adalah sebagai berikut.

- a. Waktu membuat batako sebelum memakainya cukup lama karena proses pengerasannya membutuhkan waktu 3 minggu.
- b. Bila diinginkan lebih cepat mengeras perlu ditambah dengan semen, sehingga menambah biaya pembuatan.
- c. Pada pengangkutan resiko terjadinya batako pecah cukup besar, karena proses pengerasannya cukup lama dan ukurannya cukup besar.

3.3 Pengertian Mortar

Mortar merupakan campuran antara semen portland, air, dan agregat halus atau pasir. Mortar sebagai bahan bangunan, biasa diukur sifat-sifatnya dengan pengujian kuat tekan, kuat tarik, penyerapan air, berat jenis, dan sebagainya. (Tjokrodimuljo, K 2007).

Menurut Tjokrodimuljo, K (2007), mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya dibagi menjadi empat jenis, yaitu mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen, dan mortar khusus.

a. Mortar Lumpur

Mortar lumpur dibuat dari campuran air, tanah liat/lumpur, dan agregat halus. Perbandingan campuran bahan-bahan tersebut harus tepat untuk memperoleh adukan yang kelecakannya baik dan mendapatkan mortar (setelah keras) yang baik pula. Mortar lumpur ini biasanya dipakai untuk bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan.

b. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur, semen merah, dan air. Kapur dan pasir dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air hingga memperoleh adukan dengan kelecakan yang baik. Mortar ini biasa dipakai untuk perekat bata merah pada dinding tembok bata atau perekat antar batu pada pasangan batu.

c. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen portland, dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Mortar ini biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban.

d. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan beban khusus pada mortar kapur dan mortar semen. Mortar khusus digunakan dengan tujuan dan maksud tertentu, contohnya, mortar tahan api diperoleh dengan penambahan serbuk bata merah dengan *aluminous cement*. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

3.4 Bahan Penyusun Batako

Bahan dasar penyusun batako yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *Portland Pozzolan Cement*, agregat halus (pasir), dan air.

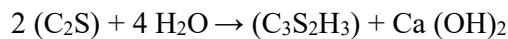
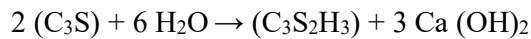
3.4.1 *Portland Pozzolan Cement*

Semen adalah serbuk yang akan mengeras seperti batu jika direaksikan dengan air. Semen digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran batako agar butiran agregat menjadi sebuah massa yang kompak dan padat.

Menurut SNI 15-2049-2004, *Portland Cement* (semen portland) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Apabila semen portland bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi berlangsung dari luar ke dalam. Maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Pada tahap hidrasi berikutnya, pasta semen portland menjadi gel (suatu butiran yang sangat halus hasil dari hidrasi) dan ada beberapa senyawa sisa-sisa semen portland yang tidak bereaksi salah satunya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 .

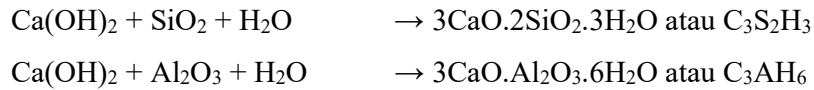
Berbagai senyawa yang ada di dalam semen portland kemudian menghasilkan kristal-kristal yang membentuk suatu rangkaian tiga dimensi yang saling melekat secara acak dan kemudian sedikit demi sedikit mengisi ruang yang mulanya ditempati oleh air dan menjadi kaku lalu mengeras menjadi benda yang padat dan kuat. Dengan demikian pasta semen portland yang sudah mengeras memiliki struktur yang berpori.

Setelah hidrasi berlangsung, endapan hasil hidrasi yang ada di permukaan butiran semen memaksa air untuk berdifusi ke bagian dalam yang belum berhidrasi, sehingga proses hidrasi semakin lambat. Proses hidrasi pada semen sangat kompleks, tidak semua reaksi dapat diketahui secara rinci. Rumus proses kimia (perkiraan) untuk reaksi hidrasi dari unsur C_3S dan C_2S adalah sebagai berikut.



Hasil utama dari proses tersebut adalah $C_3S_2H_3$ atau CSH yang biasa disebut *tobermorite gel*. Beberapa butiran yang bersifat seperti kristal tampak di dalam *tobermorite*, selain itu panas juga keluar selama proses berlangsung (panas hidrasi). Proses hidrasi butiran semen berlangsung sangat lambat. Bila masih dimungkinkan, penambahan air masih diperlukan oleh bagian dalam dari butir-butir semen untuk menyempurnakan proses hidrasi.

Sedangkan *Portland Pozzolan Cement* (semen portland pozzolan) adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozzolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama-sama dimana kadar pozzolan 6% sampai dengan 40% massa semen portland pozzolan (SNI 15-0302-2004). Pozzolan adalah bahan alami atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang reaktif. Pozzolan tidak bersifat seperti semen, namun dalam bentuknya yang halus jika dicampur dengan kapur padam aktif dan air akan mengeras dalam beberapa waktu, sehingga membentuk masa yang padat dan sukar larut dalam air. Berikut adalah rumus reaksi pozzolan dengan semen.



Dari rumus reaksi tersebut didapat bahwa pozzolan (SiO_2) dan (Al_2O_3) bereaksi dengan hasil sampingan hidrasi semen yaitu kalsium hidroksida Ca(OH)_2 yang mulanya tidak diinginkan menjadi senyawa yang diinginkan $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$. Hal tersebut membuat kuat tekan beton lebih tinggi. Namun dalam prosesnya menunggu hasil sampingan dari proses hidrasi semen terlebih dahulu sehingga memerlukan waktu lebih lama sampai semen mengeras (Tjokrodinuljo, 2007).

Jenis dan penggunaan *Portland Pozzolan Cement* dibedakan menjadi empat sebagai berikut:

a. Jenis IP-U

Portland Pozzolan Cement jenis ini adalah jenis semen yang dapat digunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.

b. Jenis IP-K

Portland Pozzolan Cement jenis ini adalah jenis semen yang dapat digunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton, semen untuk tahan terhadap sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.

c. Jenis P-U

Portland Pozzolan Cement jenis ini adalah jenis semen yang dapat digunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.

d. Jenis P-K

Portland Pozzolan Cement jenis ini adalah jenis semen yang dapat digunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan. Berikut ini beberapa cara penyimpanan semen yang benar menurut Mulyono (2005).

- a. Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar.
- b. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup.
- c. Semen harus terhindar dari basah dan lembab.

- d. Tidak tercampur bahan lain.
- e. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.
- f. Semen curah harus disimpan di dalam silo yang terbuat dari baja atau beton.
- g. Semen yang disimpan terlalu lama, perlu dibuktikan dahulu bahwa semen tersebut memenuhi syarat sebelum di pakai.
- h. Tinggi maksimum penimbunan zak semen adalah 2 meter atau sekitar 10 zak.
- i. Jarak antara bidang dinding dan semen sekitar 50 cm, sedangkan jarak antara lantai dan semen sekitar 30 cm.

3.4.2 Agregat Halus

Agregat halus/pasir adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm berasal dari alam atau olahan sesuai dengan SNI 03-6820-2002. Agregat halus alam adalah agregat halus hasil disintergrasi dari batuan. Sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan. Agregat halus terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Agregat halus maupun kasar dapat juga digali dari laut asalkan pengotoran serta garam-garamnya dibersihkan dan kulit kerang disisihkan. Jenis agregat halus/pasir dapat dibedakan berdasarkan asal dan sifat pasir. Berikut beberapa jenis pasir berdasarkan asal dan sifatnya.

a. Pasir Gunungan

Pasir gunungan biasa ditemukan di daerah-daerah yang terletak agak tinggi. Pasir jenis ini banyak mengandung kerikil.

b. Pasir Sungai

Pasir jenis ini mempunyai butiran yang tidak merata. Pasir ini sangat baik untuk bahan utama pembuatan mortar (adukan) karena unsur-unsur pengikatnya dapat mencekal dengan baik pada permukaan kasar butiran tersebut.

c. Pasir Laut

Pasir jenis ini banyak mengandung kapur karena sebagian besar masih tersisa kulit kerang.

d. Pasir Gunungan Tepi Pantai

Pasir ini sama dengan pasir laut karena banyak mengandung kapur. Pasir gunungan tepi pantai adalah pasir yang terbawa angin.

e. Pasir Perak

Pasir ini biasa disebut dengan pasir kilapan. Pasir kilapan ini banyak digunakan sebagai penghias pada dinding dan langit-langit.

f. Pasir Lembek

Pasir lembek merupakan pasir halus dengan butiran bulat, sedikit mengandung tanah liat, dan banyak mengandung lumpur serta mengandung air.

g. Pasir Timah

Pasir jenis ini merupakan pasir yang dihanyutkan oleh air hujan dan biasanya berwarna abu-abu timah.

Sebagai bahan adukan, agregat halus harus memenuhi persyaratan umum sebagai campuran beton. Persyaratan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras. Butiran agregat halus bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Bentuk tajam dibutuhkan agar agregat saling mengunci dengan baik dalam adukan beton. Namun bentuk tajam dari agregat dapat menimbulkan gesekan yang besar yang akan mengurangi mobilitas atau sifat mudah gerak dari adukan beton.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian-bagian yang bisa melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5% maka harus dicuci terlebih dahulu.
4. Agregat halus tidak mengandung bahan organik terlalu banyak.
5. Terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan melewati saringan 4,75 mm dan tertahan pada saringan no. 200 (0,075 mm).

3.4.3 Air

Dalam pembuatan beton, air memiliki peran yang sangat penting. Air digunakan untuk bereaksi secara kimiawi dengan semen. Air dipergunakan pada

pembuatan beton agar terjadi proses kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dimaksud adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat menyebabkan penurunan kualitas beton yang dihasilkan dan juga akan mengubah sifat-sifat beton yang dibuat.

Karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang ditinjau, tetapi hanya perbandingan antara air dengan semen saja atau biasa disebut faktor air semen (*water cement ratio*). Pujianto (2010) menyatakan, pada beton mutu tinggi, pengertian faktor air semen bisa diartikan sebagai *water to cementitious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *cementitious*, yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi seluruhnya tidak akan tercapai. Kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran batako sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang dipakai. Untuk suatu perbandingan campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula. Jumlah air yang berlebihan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. Disini tidak dipakai patokan angka karena nilai faktor air semen sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai faktor air semen diasumsikan berkisar antara 0,3 sampai 0,6 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan.

3.5 *Filler*

Filler atau bahan pengisi pada campuran material dapat berupa *soil cement*, debu, dan kapur. Namun selain bahan tersebut terdapat bahan serat yang juga dapat jadi bahan pengisi pada beton atau mortar. *Filler* bertujuan untuk mengisi rongga (pori) pada beton atau mortar agar beton atau mortar yang dihasilkan semakin padat,

sehingga diharapkan dapat menambah kekuatan (Tarru dkk, 2017). Pada penelitian ini digunakan bahan pengisi (*filler*) berupa serbuk kayu sisa penggergajian.

3.5.1 Serbuk Kayu

Kayu merupakan hasil hutan yang mudah di proses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Kayu berasal dari berbagai jenis pohon yang memiliki sifat-sifat yang berbeda-beda. Bahkan dalam satu pohon, kayu mempunyai sifat yang tidak seragam (heterogen). Selain itu, kayu juga memiliki sifat penghantaran panas yang buruk.

Serbuk kayu merupakan salah satu material yang didapat dari sisa penggergajian kayu yang berukuran 0,25 mm – 2,00 mm. Saifuddin dkk. (2013) menyatakan bahwa pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Sebelum dicetak serbuk kayu yang dalam kondisi kering akan dibasahi dengan cara disemprotkan dengan air sampai kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) untuk mencegah proses penguapan pada batako.

Pada penelitian ini, serbuk kayu yang digunakan adalah serbuk kayu balsa. Kayu jenis ini dipilih karena memiliki sifat yang lentur, tidak mudah lapuk, dan ringan dengan berat jenis 0,15-0,29 dan kadar air sebesar 13,9-14,2%. Kayu balsa bukan merupakan kayu yang paling ringan, namun kayu balsa dianggap sebagai kayu terkuat menurut beratnya. Menurut Prihandini (2012), karena beratnya yang ringan dan memiliki pori, kayu balsa sangat efisien sebagai bahan insulasi terhadap panas dan dingin.

3.6 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan

untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya. Bahan tambah bertujuan untuk memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang dihasilkan. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Pada penelitian ini digunakan bahan tambah berupa abu batubara (*fly ash*).

3.6.1 Fly Ash

Fly ash adalah abu terbang sisa pembakaran batubara yang bersifat pozzolan dan memiliki ukuran maksimum sebesar 4,75 mm dan butiran minimum sebesar 0,075 mm berwarna abu-abu kehitaman. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti semen, tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, silika dan alumina yang terkandung dalam *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Fly Ash dapat digunakan sebagai material terpisah atau sebagai bahan campuran semen dengan tujuan untuk memperbaiki sifat beton. Fungsi *fly ash* 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. Komposisi kimia berbagai jenis *fly ash* dan semen dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Komposisi Kimia *Fly Ash* dan Semen

Senyawa	Jenis <i>Fly Ash</i> (%)			Semen (%)
	F	C	N	
SiO ₂	51,90	50,90	58,20	22,60
Al ₂ O ₃	25,80	15,70	18,40	4,30
Fe ₂ O ₃	6,98	5,80	9,30	2,40

Lanjutan Tabel 3.3 Komposisi Kimia *Fly Ash* dan Semen

Senyawa	Jenis <i>Fly Ash</i> (%)			Semen (%)
	F	C	N	
CaO	8,70	24,30	3,30	64,40
MgO	1,80	4,60	3,90	2,10
SO ₂	0,60	3,30	1,10	2,30
Na ₂ O dan K ₂ O	0,60	1,30	1,10	0,60

Sumber: Ratmayana (2002) dalam Pangestuti (2011)

Spesifikasi *fly ash* sebagai bahan tambahan untuk campuran beton disebutkan ada 3 jenis, yaitu:

- Fly ash* kelas F, adalah hasil dari pembakaran batubara jenis antrasit pada suhu 1560°C.
- Fly ash* kelas N, adalah hasil kalsinasi dari pozolan alam, misalnya tanah *diatomice*, *shale*, *tuft*, dan batu apung.
- Fly ash* kelas C, adalah hasil dari pembakaran lignit atau batubara dengan kadar karbon sekitar 60 persen, *fly ash* ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur di atas 10%.

Senyawa yang terkandung dalam *fly ash* kelas F, N, dan C menurut standar ASTM C618 dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Senyawa yang Terkandung dalam *Fly Ash*

Senyawa	Kelas Campuran Mineral		
	F	N	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₂ , min, %	70	70	50
SO ₃ , maks, %	4	5	5
Kadar air, maks, %	3	3	3
Alkali, Na ₂ O, maks, %	1.5	1.5	1.5

3.7 Syarat Fisis Batako

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, bata beton/batako ditinjau dari kuat tekan dan penyerapan air. Batako dinyatakan lulus uji apabila benda uji memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 3.2.

3.7.1 Kuat Tekan

Pengertian kuat tekan batako adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji batako hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan adalah faktor air semen, kepadatan, umur benda uji, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat. Untuk mendapatkan kuat tekan tinggi maka diperlukan agregat yang sudah memenuhi persyaratan. Sifat agregat yang paling berpengaruh adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Jumlah semen semen juga dapat menentukan kuat tekan benda uji, tetapi banyak sedikitnya jumlah semen yang dimaksud untuk meningkatkan kuat tekan benda uji harus diperhatikan nilai faktor air semen yang dihasilkan oleh adukan semen tersebut.

3.7.2 Penyerapan Air

Penyerapan air adalah perbandingan berat air yang mampu diserap pori terhadap berat kering benda uji, dinyatakan dalam persen. Besar atau kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada batako. Semakin banyak pori yang terkandung dalam benda uji maka akan semakin besar penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Pori yang terdapat pada benda uji terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga (pori), karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga.