

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Pada jurnal penelitian yang pernah ditulis oleh Riski Angelina Naibaho dengan judul Pemanfaatan Abu Tebu Untuk Mengurangi Pemakaian Semen Pada Pembuatan Batako pada tahun 2015 dari Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara menuliskan hasil penelitiannya dengan kesimpulan bahwa penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti semen berpengaruh nyata pada kuat tekan dan berpengaruh tidak nyata terhadap ukuran dan absorpsi batako. Abu ampas tebu dapat mengurangi penggunaan semen kurang lebih 25% pada pembuatan batako. Dengan pemberian kadar abu tebu sebesar 25% dihasilkan kuat tekan batako yang tertinggi sebesar 5,167 MPa dan pemberian kadar abu tebu 5% dihasilkan kuat tekan batako yang terendah sebesar 2,146 MPa.

Selain itu, pada penelitian Yobel Sarowa'a Hulu dengan judul penelitian Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen pada Pembuatan Batako tahun 2018 Universitas Medan Area, dari hasil penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa dengan komposisi bahan campuran batako antara pasir : semen : air adalah 3,75 : 1 : 0,25 (Menurut PUBI 1982) dengan variasi ampas tebu 0%, 20%, dan 40% dapat memperingan massa batako dan masih memenuhi syarat SNI-03-0349-1989 baik kadar penyerapan air batako dan kuat tekan yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut dihasilkan untuk variasi 0% kadar ampas tebu memiliki densitas 1,7gr/cm³, penyerapan air 6,7%, kuat tekan 9,73 MPa; hasil pengujian batako variasi 20% kadar ampas tebu menghasilkan densitas 1,45 gr/cm³, penyerapan air 12,17%, kuat tekan 8,81 MPa; dan untuk variasi 40% kadar abu ampas tebu menghasilkan densitas 1,14 gr/cm³, penyerapan air 16,69%, kuat tekan 7,03 MPa.

Pada penelitian Muhammad Yusuf Amir dan Wahiduddin Basry tahun 2019 dengan judul Peningkatan Kualitas Batako dengan Penambahan Abu Sekam Padi, Universitas Muhammadiyah Palu dengan menggunakan perbandingan 1 : 6 dan variasi presentase abu sekam sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% menghasilkan kuat tekan maksimum batako berada pada variasi abu sekam padi 2%, yaitu sebesar 113,60 kg/ cm². Dampak dari penambahan abu sekam yaitu adanya peningkatan kekuatan batako menerima beban maksimum sebesar 355 KN.

Penelitian Fitri Mulyani Simatupang, Meilandy Purwandito, dan Irwansyah pada tahun 2020, Universitas Samudra dengan judul Panambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi Pada Campuran Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur mengemukakan bahwa penggunaan abu sekam padi dengan komposisi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% menghasilkan kuat tekan tertinggi berada pada variasi campuran 0% dengan nilai kuat tekan sebesar 10,5 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah berada pada komposisi 10% abu sekam padi dengan nilai kuat tekan sebesar 4,5 MPa. Selain itu daya serap air pejal abu sekam padi tertinggi berada pada komposisi 0% abu sekam padi sebesar 9,324% dan daya serap terendah pada komposisi 10% abu sekam padi sebesar 4,131%.

B. Deskripsi Batako

Batako merupakan salah satu bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara semen, agregat, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan. Batako biasanya digunakan sebagai bahan bangunan penyusun dinding pada bangunan/gedung. Pada beberapa produsen batako menggunakan kricak sebagai bahan campuran pembuatannya. Definisi batako menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982) merupakan bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur, dan air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya. Dinding yang dibuat dari batako memiliki keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi batako semakin ramah

lingkungan karena produksinya tidak melalui proses pembakaran seperti produksi batu bata tanah liat. Batako dapat disusun empat kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata.

Bentuk dari batako sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batako cetak yang berlubang/berongga (*hollow block*) dan batako cetak yang tidak berlubang (*solid block*) dengan ukuran yang bervariasi. Berdasarkan bahan pembuatannya batako dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Batako Putih (*Tras*)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air yang kemudian campuran tersebut dicetak. *Tras* merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu gunung berapi. Batako jenis ini memiliki ukuran panjang 25-30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm.



Gambar 2.1. Batako Putih (*Tras*)

2. Batako Semen (*Batako Press*)

Batako *press* dibuat dari campuran semen dan pasir. Batako jenis ini dapat dibuat secara manual menggunakan tangan dan menggunakan mesin. Batako ini memiliki ukuran panjang 36-40 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 18-20 cm.



Gambar 2.2. Batako Semen (*Press*)

Adapun persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal

Mutu	Kuat Tekan Minimum (Mpa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

Sumber : SNI-3-0349-1989

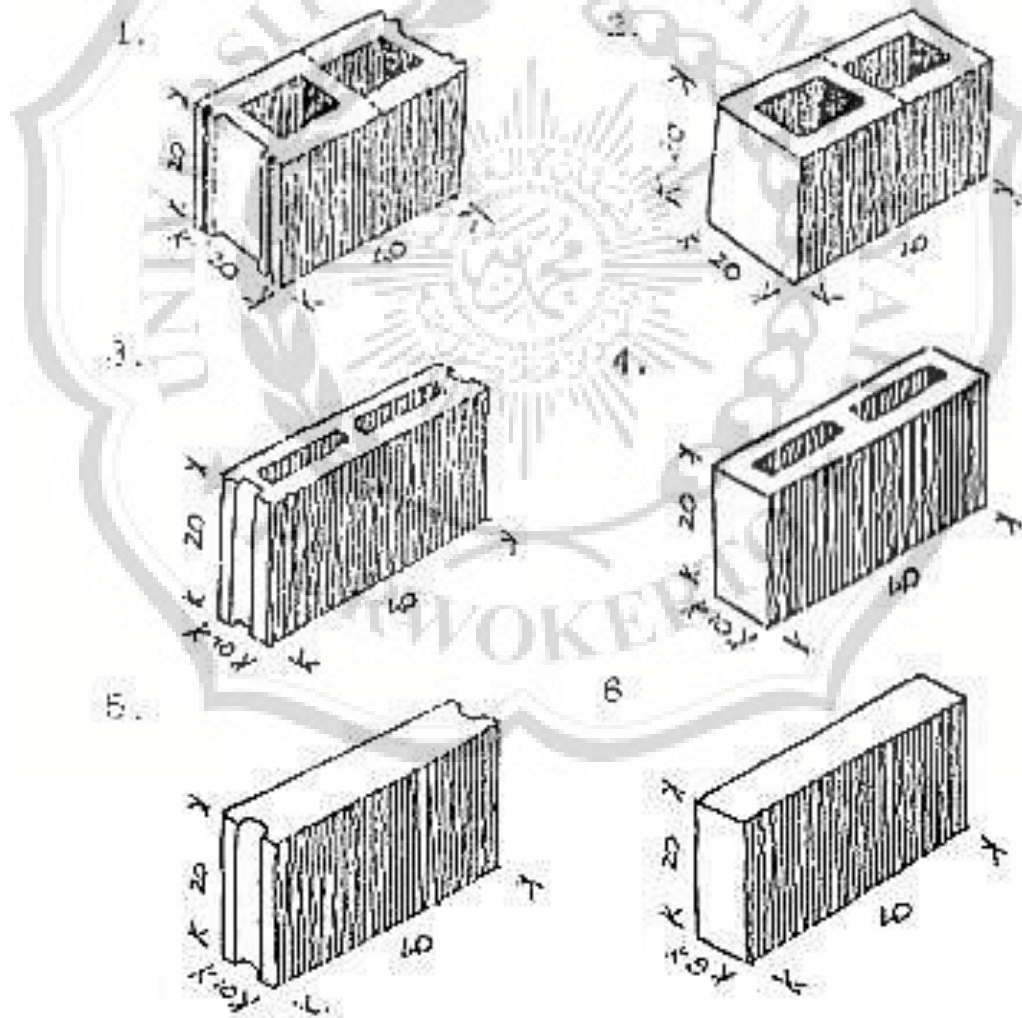
Berdasarkan SNI-03-0349-1989 tentang bata cetak beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25%.

C. Jenis dan Ukuran Batako

Supribadi (1986) menyatakan bahwa ukuran dan jenis batako bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Ukuran batako standar adalah sebagai berikut :

1. Tipe A Ukuran $20 \times 20 \times 40$ cm berlubang, untuk tembok/dinding pemikul beban tebal 20 cm.
2. Tipe B Ukuran $20 \times 20 \times 40$ cm berlubang, untuk tembok/dinding tebal 20 cm sebagai penutup atap pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.

3. Tipe C Ukuran $10 \times 20 \times 40$ cm berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.
4. Tipe D Ukuran $10 \times 20 \times 40$ cm berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi/pemisah dengan tebal 20 cm.
5. Tipe E Ukuran $10 \times 20 \times 40$ cm tidak berlubang, digunakan untuk tembok setebal 10 cm, dinding pengisi atau pemikul sebagai hubungan sudut-sudut pertemuan. Kuat tekan yang tinggi.
6. Tipe F Ukuran $8 \times 20 \times 40$ cm tidak berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.



Gambar 2.3. Jenis dan Ukuran Batako

Sumber : Supribadi (1986)

D. Bahan Penyusun Batako

1. Semen *Portland*

Semen *Portland* merupakan bahan konstruksi yang paling sering digunakan pada pekerjaan pembeconan. Menurut ASTM C-150, 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.

Menurut Badan Standar Nasional Indonesia (BSN 15-0302-2004) semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

a. Semen *Portland Type I*

Semen *Portland* tipe I biasanya digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan yang khusus terhadap panas hidrasi dan kuat tekan. Semen tipe ini cocok digunakan pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0,00% - 0,10%. Semen ini dapat digunakan untuk bangunan rumah tinggal/pemukiman, gedung - gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel, dan lain-lain.

b. Semen *Portland Type II*

Semen *Portland* tipe II digunakan untuk kombinasi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat dengan kandungan sulfat antara 0,10% - 0,20% dengan panas hidrasi sedang. Semen tipe ini dapat digunakan untuk bangunan pinggir laut, bangunan di bekas tanah rawa, saluran irigasi/drainase, landasan jembatan, dan lain-lain.

c. Semen *Portland Type III*

Semen *Portland* tipe III digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen tipe ini dapat digunakan pada pembuatan jalan beton, bangunan beringkat,

bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

d. Semen *Portland Type IV*

Semen *Portland* tipe IV biasanya digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminalikan. Oleh sebab itu semen tipe ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat daripada semen portland tipe I. Semen tipe ini dapat digunakan pada pembuatan pekerjaan dasar untuk bendungan, jembatan besar, dan bangunan-bangunan besar.

e. Semen *Portland Type V*

Semen *Portland* tipe V biasanya digunakan untuk konstruksi bangunan pada air atau tanah yang mengandung sulfat lebih dari 0,20% dan sangat cocok digunakan untuk pembuatan instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit listrik tenaga nuklir.



Gambar 2.4. Semen

2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus atau pasir merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan batako. Agregat halus adalah agregat dari alam yang berupa butiran-butiran mineral keras yang bentuk fisiknya mendekati bulat dan ukuran butirannya antara 0,0625

sampai 5 milimeter. Agregat yang baik haruslah terbebas dari bahan organik lempung atau bahan-bahan lainnya yang dapat merusak campuran daripada beton itu sendiri ataupun batako. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Pasir ini menempati kurang lebih 70% dari volume beton. Selain itu, pasir juga dapat berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan, dan tingkat kekerasan pada batako maupun produk bahan bangunan dengan campuran semen lainnya. Adapun komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam pasir, antara lain sebagai berikut : 90,30% kandungan SiO_2 ; 0,58% kandungan Fe_2O_3 ; 2,03% kandungan Al_2O_3 ; 4,47% kandungan K_2O ; 0,73% kandungan CaO ; 0,27% kandungan TiO_2 ; dan 0,02% kandungan MgO .

Berdasarkan asal dan sumbernya, pasir dibedakan menjadi dua jenis antara lain :

a. Pasir Alam

Pasir alam merupakan pasir yang bersumber dari gunung, sungai, pasir laut, bekas rawa, dan pasir dari hasil galian. Pasir ini dapat diperoleh di permukaan tanah atau dengan cara menggali tanah. Pasir jenis ini umumnya berbutir tajam, bersudut, berpori, dan terbebas dari garam yang membahayakan. Karena diperoleh dengan menggali tanah maka pasir ini bercampur dengan kotoran atau tanah, sehingga perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Pasir ini juga cocok digunakan dalam pembuatan batako.

b. Pasir Pabrikasi

Pasir pabrikasi merupakan pasir yang di dapatkan dari hasil penggilingan bebatuan yang kemudian diolah dan disaring sesuai dengan ukuran maksimum dan minimum agregat halus. Adapun pasir yang digunakan dalam pembuatan batako adalah pasir yang lolos ayakan yang diameternya lebih

kecil dari 5 milimeter. Penggunaan pasir lolos ayakan lebih kecil dari 5 milimeter adalah untuk mengantisipasi adanya kerapuhan saat kondisi kering. Pada dasarnya sifat pasir merupakan sebagai bahan pengisi bukan bahan perekat, sehingga pasir yang baik merupakan pasir yang berasal dari sungau dan tidak mengandung tanah lempung karena dapat mengakibatkan retak.

Menurut Persyaratan Bahan Bangunan Indonesia (PUBI 1982), agregat halus harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Pasir harus terdiri dari butir kasar, tajam, dan keras.
- 2) Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dahulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang lolos melewati ayakan 0,065 mm.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- 5) Pasir tidak boleh mudah terpengaruh terhadap perubahan cuaca.
- 6) Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.



Gambar 2.5. Agregat Halus (Pasir)

3. Air

Air merupakan salah satu bahan ataupun unsur yang penting sebagai bahan penyusun batako. Air diperlukan pada pembuatan batako untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan pembuatan batako. Air yang dapat dikonsumsi pada umumnya dapat digunakan sebagai bahan campuran batako. Sebaliknya apabila air yang mengandung senyawa berbahaya, tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya bila digunakan dalam campuran pembuatan batako maka akan mengakibatkan penurunan kualitas batako itu sendiri. Selain itu juga dapat mengubah sifat-sifat pada batako yang dihasilkan (Tri, Mulyono. 2004).

Pasta semen merupakan hasil reaksi dari semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap berat total campuran yang penting, tetapi perbandingan antara air dengan semen atau biasa disebut sebagai faktor air semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan batako.

Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan terlebih dahulu minimal selama 24 jam atau dapat disaring terlebih dahulu. Dalam proses pembuatan beton ataupun batako, air memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.
- b. Sebagai pelicin campuran pasir dan semen agar memudahkan pekerjaan.
- c. Untuk merawat beton ataupun batako selama proses pengerasan.



Gambar 2.6. Air

E. Abu Sekam Padi

Sekam padi merupakan bagian terluar dari butiran beras atau bisa disebut kulit beras. Abu sekam padi merupakan limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi dari proses pembuatan batu bata. Abu sekam padi pada umumnya digunakan sebagai bahan pencuci alat-alat dapur dan dapat digunakan sebagai media tanam untuk tanaman.

Abu sekam padi memiliki aktivitas *pozzolanik* yang cukup tinggi dibandingkan bahan alternatif lainnya seperti *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*, sehingga abu sekam padi lebih unggul untuk pengganti sebagian semen dalam suatu campuran beton. Penambahan silika yang terkandung dalam abu sekam padi mampu mengisi rongga kosong pada mortar, sehingga mortar tahan terhadap paparan suhu tinggi. Hal ini karena kandungan silika abu sekam padi tinggi, sehingga mampu mengikat agregat pada beton dan mortar. Semakin halus abu sekam padi yang dicampur dalam adukan beton akan meningkatkan aktifitas *pozzolanik* sehingga berfungsi sebagai *microfiller* dalam matriks beton tersebut.

Abu sekam padi halus hasil dari pembakaran sekam padi berwarna keputih-putihan sebanyak 13,16% - 29,04%. Hasil pembakaran tersebut mengandung banyak silika sebagai komponen utamanya dengan kandungan silika mencapai 86,9% - 97,3% basis kering.

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Senyawa Kimia	Kadar (%)
SiO ₂	91,16
K ₂ O dan Na ₂ O	4,75
CaO	0,65
MgO	0,99
Fe ₂ O ₃	0,21
SO ₃	0,10

Sumber : Bode Haryanto, 2002



Gambar 2.7. Abu Sekam Padi

F. Proses Pembuatan Batako

1. Pembuatan batako membutuhkan bahan dan peralatan yang sederhana seperti, semen, pasir, air, alat aduk, dan alat cetak. Bahan-bahan yang ada kemudian dicampur dan di aduk merata dalam keadaan kering. Setelah itu campurkan air pada campuran dengan menambahkan air secukupnya sesuai komposisi yang diinginkan. Untuk mengetahui kadar air suatu adukan ialah dengan cara membuat bola-bola dan digenggam pada telapak tangan. Apabila bola adukan tersebut dijatuhkan dan hanya sedikit perubahannya, berarti kandungan air dalam adukan terlalu banyak. Apabila dilihat di telapak tangan tidak berbekas air, maka kandungan air pada adukan tersebut kurang. Campuran yang telah ditambahkan air dan diaduk merata disebut adukan mortar.

2. Selanjutnya adukan mortar dituangkan kedalam cetakan.
3. Batako yang telah dicetak kemudian disimpan di tempat yang tertutup yang terlindungi dari sinar matahari dan hujan.

G. Karakteristik Batako Sesuai PUBI

Mix design bahan baku batako yang terdiri dari pasir, semen, dan air dengan perbandingan 75 : 20 : 5. Perbandingan komposisi bahan baku batako ini adalah sesuai dengan pedoman teknis yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1982. (PUBI 1982).

H. Karakteristik Bahan

1. Pengujian Gradasi Agregat Halus

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Berdasarkan analisa saringan, kemudian dicari prosentase jumlah komulatif agregat dengan rumus :

$$MHB = \frac{\text{Jumlah berat tertahan komulatif (\%)}}{\text{Jumlah berat tertahan (\%)}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Tabel 2.3 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan Ayakan				Prosentase Lolos Ayakan (%)			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	ASTM	Inch	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9,5	9,6	3/8 in	0,375	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,75	4,8	No. 4	0,187	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,36	2,4	No. 8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	0,6	No. 30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	0,3	No. 50	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0,15	No. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : Buku Teknologi Bahan, 2004

2. Pengujian Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus memiliki tujuan untuk menentukan besarnya kadar lumpur dalam agregat halus yang digunakan sebagai campuran beton. Kandungan lumpur dalam suatu agregat harus < 5% yang merupakan salah satu ketentuan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton. Prosentase kadar lumpur dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

B1 = Pasir Jenuh Kering Permukaan (gram)

B2 = Pasir Kering Oven (gram)

3. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering *bulk*, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), dan berat jenis semu. Perhitungan berat jenis dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Berat Jenis Kering Bulk} = \frac{A}{B+500-C} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh} = \frac{500}{B+500-C} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

A = Berat Contoh Kering Oven (gram)

B = Berat Botol + Berat Air (gram)

C = Berat Botol + Contoh Kering Oven + Air (gram)

I. Karakteristik Pengujian Sampel

1. Densitas

Densitas merupakan pengukuran massa setiap satuan volume suatu benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Semakin besar densitas pada suatu benda, semakin rendah porositasnya.

Untuk menghitung densitas suatu benda dapat digunakan persamaan matematis berikut :

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

ρ = Densitas Benda (gram/cm³)

m = Massa Benda Uji (gram)

v = Volume Benda Uji (cm³)

2. Penyerapan Air

Besar dan kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako tersebut. Semakin banyak pori-pori yang ada dalam batako maka akan semakin besar pula penyerapan air, sehingga ketahanan batako akan berkurang. Pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako terjadi karena kurang tepatnya komposisi material penyusun batako yang mengakibatkan kualitas batako berkurang. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap yang meninggalkan rongga.

Persentase penyerapan air dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan } (\%) = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

mb = Massa Basah Sampel (gram)

mk = Massa Kering Sampel (gram)

3. Kuat Tekan

Kuat tekan (*compressive strength*) suatu bahan merupakan perbandingan antara besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut.

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dapat digunakan persamaan matematis berikut :

$$\text{Kuat Tekan } (f'c) = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

f_c = Kuat Tekan (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Bahan (m^2)

