

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tjokrodimuljo, K. dkk (2008) pada penelitian mereka yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kertas Koran untuk Pembuatan Panel *Papercrete*”, melakukan pengamatan panel *papercrete* terhadap kuat lentur, kuat tekan, serta serapan air. Panel *papercrete* dibuat dengan bahan penyusun berupa semen portland putih, bubuk kertas koran bekas, air, dan gula pasir sebagai bahan tambah. Variasi proporsi campuran bahan penyusun panel *papercrete*, semen : pasir, 1:2, 1:3, 1:4 tanpa bahan tambah, dan dengan bahan tambah gula pasir. Variasi waktu perendaman pada pengujian serapan air selama 10 menit dan 24 jam. Penambahan gula pasir menunjukkan *papercrete* mengalami rata-rata peningkatan berat sebesar 4,71% dibandingkan campuran tanpa gula. Hasil pengujian kuat lentur berturut-turut, dengan gula sebesar 8,36 MPa, 7,02 MPa, 6,86 MPa. Tanpa gula berturut-turut sebesar 7,59 MPa, 6,69 MPa, 6,53 MPa. Hasil pengujian kuat tekan berturut-turut, dengan gula sebesar 2,48 MPa, 2,20 MPa, 1,94 MPa. Tanpa gula berturut-turut sebesar 2,01 MPa, 1,31 MPa, 1,23 MPa. Serapan air terbesar pada campuran 1:4 tanpa gula dengan waktu perendaman 24 jam sebesar 84%. Nilai terkecil pada campuran 1:2 dengan gula, perendaman 10 menit sebesar 57%.

Liansari, dkk (2013) dalam penelitian mereka yang berjudul “Penggunaan Limbah Bubur Kertas Dan *Fly Ash* Pada Batako” meninjau pengaruh dari penambahan limbah bubuk kertas dan *fly ash* terhadap kuat tekan dan penyerapan air batako. Limbah bubuk kertas koran yang diberikan sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dari volume pasir dan digunakan pula *fly ash* sebanyak 10% dari berat semen dengan perbandingan campuran 1 PC : 7 PS dengan f.a.s 0,6. Pengujian dilakukan pada umur 28 dan 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batako limbah kertas dengan bahan tambah *fly ash* 10% masuk kedalam kategori batako ringan karena memiliki berat volume diantara 1000-2000 kg/m<sup>3</sup> atau 1-2 gr/cm<sup>3</sup>.

Kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 50% dengan umur 56 hari yaitu sebesar 47,0474 Kgf/cm<sup>2</sup> lebih tinggi dari batako normal yang hanya memiliki kuat tekan sebesar 34,0582 Kgf/cm<sup>2</sup>. Batako limbah kertas ini tergolong ke dalam batako dengan mutu A2 memenuhi syarat PUBI 1982. Hasil penyerapan air tertinggi pada batako limbah kertas dengan pozzolan *fly ash* 10% sebesar 22% lebih tinggi dari batako normal, namun serapan air yang terjadi masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh PUBI 1982.

Pratama (2016) meneliti pengaruh penambahan serat *nylon* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas (*papercrete*). Kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas koran yang kemudian diolah menjadi bubuk kertas dengan tujuan untuk mempermudah dalam pengadukan campuran. Penambahan *nylon* diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah, dengan variasi penambahan *nylon* 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1% terhadap jumlah berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder sebanyak tiga benda uji untuk tiap variasi. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan saat umur beton kertas 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton. Hasil penelitian diperoleh, nilai kuat tekan beton kertas umur 28 hari pada campuran beton dengan menggunakan serat *nylon* 0% sebesar 0,561 MPa, 0,25% sebesar 0,584 MPa, 0,50% sebesar 0,708 MPa, 0,75% sebesar 0,740 MPa, dan 1% sebesar 0,981 MPa. Sedangkan hasil penelitian kuat tarik belah beton kertas umur 28 hari pada campuran serat *nylon* 0% sebesar 0,170 MPa, 0,25% sebesar 0,189 MPa, 0,50% sebesar 0,189 MPa, 0,75% sebesar 0,198 MPa, dan 1% sebesar 0,209 MPa.

Selvarasan, dkk (2017) menganalisa *papercrete* dengan *glass fiber* sebagai pengganti parsial agregat halus. Dalam penelitian ini 20% *papercrete* dan pasir disubstitusikan dengan serat kaca dengan variasi penggantian 6%, 8%, 10%, 12%, dan 14% dalam campuran beton. Hasil pengujian akan menunjukkan beberapa rekomendasi penggunaan *papercrete* dan serat kaca. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat tekan pada kubus beton, pengujian kuat tarik belah pada silinder beton, dan pengujian kuat lentur pada balok beton. Hasil

pengujian kuat tekan rata-rata pada umur 7, 14, dan 28 hari pada beton normal berturut turut sebesar 8,36 N/mm<sup>2</sup>; 19,24 N/mm<sup>2</sup>; 23,75 N/mm<sup>2</sup>. Pada campuran papercrete dan fiberglass berturut-turut sebesar 12,42 N/mm<sup>2</sup>; 22,98 N/mm<sup>2</sup>; 25,02 N/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kuat tarik belah rata-rata pada umur 7, 14, dan 28 hari pada beton normal berturut turut sebesar 2,00 N/mm<sup>2</sup>; 2,56 N/mm<sup>2</sup>; 3,25 N/mm<sup>2</sup>. Pada campuran papercrete dan fiberglass berturut-turut sebesar 2,98 N/mm<sup>2</sup>; 3,44 N/mm<sup>2</sup>; 4,55 N/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kuat lentur rata-rata pada umur 7, 14, dan 28 hari pada beton normal berturut turut sebesar 5,35 N/mm<sup>2</sup>; 6,35 N/mm<sup>2</sup>; 7,04 N/mm<sup>2</sup>. Pada campuran papercrete dan fiberglass berturut-turut sebesar 5,85 N/mm<sup>2</sup>; 6,90 N/mm<sup>2</sup>; 7,94 N/mm<sup>2</sup>.

Avudaiappan, dkk (2017) meneliti substitusi parsial agregat halus menggunakan batu bata merah hancur pada beton. Digunakan batu bata merah hancur sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan persentase 10%, 15%, 20%, dan 25% untuk mendapatkan nilai substitusi agregat halus yang optimum. Dapat diketahui pada penelitian ini tingkat *workability* campuran beton menurun seiring dengan penambahan batu bata merah hancur. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kuat tarik belah pada silinder beton. Dari hasil pengujian didapat pada persentase 20% memiliki kuat tarik belah beton maksimum dibandingkan dengan persentase lainnya dan beton normal. Hasil pengujian kuat tarik belah umur 28 hari pada campuran 0%, 10%, 15%, 20%, 25% menunjukkan kuat tarik belah rata-rata berturut-turut sebesar 2,795 N/mm<sup>2</sup>; 1,972 N/mm<sup>2</sup>; 1,577 N/mm<sup>2</sup>; 2,205 N/mm<sup>2</sup>; 1,094 N/mm<sup>2</sup>.

Syarif, dkk (2016) menganalisa kuat tekan beton dengan bahan tambah batu bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus. Dilakukan pemeriksaan atau percobaan secara fisik pada uji beton yang menggunakan bahan tambahan limbah batu bata merah sebanyak 27 benda uji (10%, 25%, 50%) dan kuat tekan beton normal K-200 sebanyak 9 benda uji (200 kg/cm<sup>2</sup>) sebagai pembanding. Dari hasil penelitian, diketahui beton normal K-200 memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 14,11 MPa pada umur 7 hari, 16,6 MPa pada umur 14 hari, dan 34,86 MPa pada umur 28 hari. Beton limbah batu bata merah 10% memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 4,98 MPa pada umur 7 hari, 19,92 MPa pada umur 14

hari, dan 32,37 MPa pada umur 28 hari. Beton limbah batu bata merah 25% memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 9,96 MPa pada umur 7 hari, 24,9 MPa pada umur 14 hari, dan 31,54 MPa pada umur 28 hari. Beton limbah batu bata merah 50% memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 8,30 MPa pada umur 7 hari, 19,92 MPa pada umur 14 hari, dan 19,92 MPa pada umur 28 hari. Hasil uji kuat tekan limbah batu bata merah 50% campurannya tidak lebih dari 10% dan 25%, sehingga beton untuk campuran 10% dan 25% menjadi acuan kedepannya sebagai campuran limbah tambahan yang baik untuk pembuatan beton.

## **2.2 Beton Ringan (*Lightweight Concrete*)**

Beton normal merupakan bahan bangunan yang relatif cukup berat dengan berat jenis berkisar  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton, maka telah banyak dipakai beton ringan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ .

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Membuat gelembung-gelembung gas udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Bahan tambahan khusus (pembentuk gelembung udara dalam beton) ditambahkan ke dalam semen dan akan terbentuk gelembung udara.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batu apung. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan daripada beton normal.
3. Pembuatan beton tidak dengan butir-butir agregat halus. Dengan demikian beton ini disebut “beton non-pasir” dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja (dengan butir maksimum agregat kasar sebesar 20 mm atau 10 mm). Beton ini mempunyai pori-pori yang hanya berisi udara (yang semula terisi oleh butir-butir agregat halus).

### 2.3 *Papercrete* (Beton Kertas)

Menurut Rahmadhon (2009), beton kertas (*papercrete*) merupakan suatu material yang terbuat dari campuran kertas dengan semen portland. Disebut beton kertas karena dalam penamaan standar Internasional, yang menyebut mortar juga sebagai *crete* walaupun memakai bahan mortar. Kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas bekas yang diolah menjadi bubur kertas dengan tujuan mempermudah proses pengadukan campuran. Bubur kertas memiliki beberapa senyawa oksida seperti Silika Oksida (SiO) 2,35%; Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 7,70%; Magnesium Oksida (MgO) 3,62%, Kalsium Oksida (CaO) 56,38%; Ferrit Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 1,68%; dimana oksida-oksida tersebut merupakan bahan dasar untuk membuat produk klinker semen, seperti *Tricalcium Aluminate* (C<sub>3</sub>A = 3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). *Tetracalcium Aluminate Ferrit* (C<sub>4</sub>AF = 4CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Senyawa yang paling dominan adalah Kalsium Oksida (CaO) sebesar 56,38%, air, Sulfur Trioksida (SO<sub>3</sub>) 11,26% (Norman dan Juis, 2009).

### 2.4 Mortar

Menurut SNI 03 – 6825 – 2002 mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu. Menurut Tjokrodimuljo (2007), mortar biasa dipakai untuk :

1. Perekat antar bata merah, perekat antar bata beton pada pembuatan dinding tembok, perekat antar batu pada pasangan batu.
2. Pembuatan bata beton, genteng beton, buis beton, dan sebagainya.

#### 2.4.1 Jenis Mortar

Tjokrodimuljo (2007) membedakan 4 jenis mortar berdasarkan bahan ikatnya, yaitu :

1. 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. Terlalu sedikit agregat halus (berarti terlalu banyak tanah liat) menghasilkan mortar yang cenderung retak-retak setelah mengeras karena susut pengeringannya besar. Terlalu banyak agregat halus (berarti terlalu sedikit tanah liat) menyebabkan adukan kurang plastis. Mortar lumpur ini dipakai untuk bahan dinding tembok atau bahan tungku api di pedesaan.

## 2. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran air, kapur, dan agregat halus (dulu ditambahkan serbuk bata merah, sebagai pozolan). Kapur dan agregat halus mula-mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya agar diperoleh adukan yang kelecakannya baik. Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah agregat halus umumnya dipakai 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk perekat bata merah dan dinding tembok bata, atau perekat antar batu pada pasangan batu.

## 3. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran air, semen Portland dan agregat halus dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan agregat halus berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 8. Mortar ini kekuatannya lebih besar daripada mortar lumpur atau mortar kapur, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom, atau bagian bangunan lain yang menahan beban. Karen mortar semen lebih rapat air (dibanding 2 mortar lain sebelumnya) maka juga dipakai untuk bagian luar bangunan dan atau bagian bangunan yang berada di bawah tanah (terkena air tanah).

## 4. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar 2 dan 3 diatas dengan tujuan tertentu.

- a. Mortar ringan, diperoleh dengan menambah *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergajian kayu, dan sebagainya. Mortar ini baik untuk bahan isolasi panas atau peredam suara.

- b. Mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan volume satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata api. Mortar ini bisa dipakai untuk tungku api, dan sebagainya.

#### 2.4.2 Sifat-Sifat Mortar

Tjokrodumuljo (2007) menyatakan, mortar yang baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut, murah, tahan lama (awet), mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, diratakan), merekat dengan baik dengan bata merah, bata beton, batu, dan sebagainya, cepat kering / keras, tahan terhadap rembesan air, dan tidak timbul retak-retak setelah mengeras. Sifat-sifat mortar semen dengan pasir kasar dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Sifat-sifat mortar semen dari pasir kasar (Asri Yulianingsih, 2005)

No.	Perbandingan volume	Nilai sebar (%)	Faktor air - semen	Berat jenis	Kuat tekan (MPa)	Kuat tarik (MPa)	Serapan air (%)
1.	1 : 3	85	0,60	2,22	28	2,6	7,47
2.	1 : 4	82	0,72	2,19	18	1,8	7,71
3.	1 : 5	86	0,90	2,14	10	1,77	8,58
4.	1 : 6	85	1,10	2,10	8	1,3	9,03
5.	1 : 7	88	1,48	2,04	5	0,96	9,94

Sumber: Tjokrodumuljo, 2007

Dalam SNI 03 – 6882 – 2002, tercantum kekuatan adukan mortar dengan persyaratan mortar sebagai berikut :

1. Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi, dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan pipa air kotor, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan. Kuat tekan minimumnya adalah 17,5 Mpa.
2. Mortar tipe S adalah adukan dengan kuat tekan sedang, dipakai bila tidak disyaratkan menggunakan tipe M. Kuat tekan minimumnya 12,5 Mpa.

3. Mortar tipe N adalah adukan dengan kuat tekan sedang, dipakai untuk pasangan terbuka diatas tanah. Kuat tekan minimum 5,2 Mpa.
  4. Mortar tipe O adalah jenis adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk konstruksi dinding yang menahan beban yang tidak lebih dari  $7 \text{ kg/cm}^2$  dan gangguan cuaca tidak berat. Kuat tekan minimumnya adalah 2,4 MPa.
  5. Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan. Kekuatan minimum kurang dari 2,5 MPa.
- Untuk mengetahui pemakaian mortar sesuai dengan tipenya pada beberapa jenis bangunan, dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Pemakaian mortar dalam beberapa jenis bangunan

No.	Lokasi bangunan	Jenis bangunan	Jenis mortar	
			Disarankan	Pilihan
1.	Tidak	Dinding Penahan Partisi	S	M
	Terlindung Cuaca	Dinding Tidak Menahan Beban	N	S
		Dinding Sandaran	N	M/N
	Bangunan Bawah	Pondasi, Penguat Lubang Teras	S	M/N
		Selokan, Trotoar		
2.	Bangunan Terlindung	Dinding Penahan Beban Partisi	S	M

Sumber: SNI 15-3758-2004

## 2.5 Air

Air diperlukan pada pembuatan mortar untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan mortar (Meliala, 2010). Pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antar semen dengan air, bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atauyang sering disebut

sebagai faktor air semen (*water cement ratio*). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton (Nawy, 1998).

Air pada campuran mortar berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan reaksi pada semen, pasir, dan kapur agar saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*workability*) adukan mortar. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas (Tjokrodimuljo, 1992).

Persyaratan Mutu Air menurut PUBI 1982, adalah air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual dan tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/l, tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton / mortar. Tabel 2.3 berikut menjelaskan batas dan izin air untuk campuran mortar.

Tabel 2.3 Batas dan izin air untuk campuran mortar

	<b>Batas yang diizinkan</b>
pH	4,5 – 8,5
Bahan Padat	2000 ppm
Bahan Terlarut	2000 ppm
Bahan Organik	2000 ppm
Minyak	2% Berat Semen
Sulfat (SO <sub>3</sub> )	10.000 ppm
Chlor (Cl)	10.000 ppm

Sumber: Tjokrodimuljo, 1992

## 2.6 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) adalah bahan bangunan batuan halus yang terdiri dari butiran sebesar 0,14 mm – 5 mm didapat dari hasil disintegrasi batu alam (*natural sand*) atau dapat juga pemecahannya (*artificial sand*). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil, atau bahan-bahan

lain yang dapat merusak campuran. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik (Nawy, 1998).

Persyaratan pasir menurut PUBI 1982 agar dapat digunakan sebagai bahan bangunan adalah sebagai berikut :

1. Pasir beton harus bersih. Bila diuji dengan memakai larutan pencuci khusus, tinggi endapan pasir yang kelihatan dibanding tinggi seluruhnya tidak kurang dari 70%.
2. Kandungan bagian yang lewat ayakan 0,063 mm (lumpur) tidak lebih besar dari 5% berat.
3. Angka modulus halus butir terletak antara 2,2 sampai 3,2 bila diuji memakai rangkaian ayakan dengan mata ayakan berukuran berturut-turut 0,16 mm, 0,315 mm, 0,63 mm, 1,25 mm, 2,5 mm, dan 10 mm dengan fraksi yang lewat ayakan 0,3 mm minimal 15% berat.
4. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
5. Kekekalan terhadap larutan  $MgSO_4$ , fraksi yang hancur tidak lebih dari 10% berat.
6. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.

Adapun kegunaan agregat halus antara lain:

1. Mengisi ruang antara butir agregat kasar
2. Memberikan kelecakan, dalam arti menambah mobilitas sehingga mengurangi friksi antar butir agregat kasar.

Agregat yang dipakai untuk campuran adukan mortar harus memenuhi syarat yang ditetapkan dengan batasan ukuran agregat halus yang dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Gradasi agregat halus untuk adukan/mortar

Saringan		Persen lolos (%)	
No.	Diameter (mm)	Pasir alam	Pasir olahan
4	4,76	100	100
8	2,36	90-100	95-100
16	1,18	70-100	70-100
30	0,6	40-75	40-75
50	0,3	10-35	20-40
100	0,15	2-15	10-25
200	0,075	0	0-10

Sumber: SNI 03-6820-2002

Ada beberapa pengujian agregat halus sebagai bahan pembentuk mortar, antara lain :

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Menurut SNI 1970-2008 berat jenis agregat halus ialah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan. Nilai-nilainya adalah tanpa dimensi.

Menurut tipenya, berat jenis dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

a. Berat jenis curah kering

Perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang impermeabel dan permeabel di dalam butir partikel, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

b. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan)

Perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk berat air yang terdapat di dalam rongga akibat perendaman selama (24+4) jam, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur

tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

c. Berat jenis semu (*apparent*)

Perbandingan antara berat dari satuan volume suatu bagian agregat yang impermeabel pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada temperatur tertentu.

Kandungan air yang ada pada suatu agregat (di lapangan) perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran mortar, dan untuk mengetahui berat satuan agregat. Keadaan kandungan air di dalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu :

a. Kering Oven

Keadaan benar-benar tidak berair, dan ini berarti dapat menyerap air secara penuh.

b. Kering Udara

Butir-butir agregat kering permukaan tetapi mengandung sedikit air di dalam pori.

c. Jenuh kering permukaan atau SSD (*Saturated Surface Dry*)

Pada tingkat ini butiran agregat jenuh air tetapi kering di permukaan, sehingga agregat tidak menyerap, ataupun memberikan air.

d. Basah

Pada tingkat ini agregat mengandung banyak air, baik di permukaan maupun di dalam butiran, sehingga bila dipakai dalam campuran adukan mortar akan memberikan air.

Dari keempat keadaan di atas, hanya dua keadaan yang sering dipakai sebagai dasar hitungan, yaitu kering oven dan jenuh kering permukaan (SSD) karena konstan untuk agregat tertentu. SSD dipakai dalam perhitungan dan sebagai standar, karena keadaan kebasahan agregat SSD hampir sama dengan agregat di dalam mortar, sehingga agregat tidak menambah atau mengurangi air dari pasta. Selain itu, kadar air di lapangan banyak mendekati keadaan SSD daripada kering tungku.

Dalam hal ini hitungan kebutuhan air pada adukan mortar, biasanya agregat dianggap dalam keadaan jenuh kering permukaan, sehingga jika keadaan lapangan kering udara maka dalam adukan mortar akan menyerap air, namun jika agregat dalam keadaan basah maka akan menambah air.

Perhitungan berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah kering, berat jenis semu, dan penyerapan air agregat ini merujuk pada peraturan SNI 1970-2008.

a. Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan:

$$\frac{S}{(B+S-C)} \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Berat Jenis Curah Kering:

$$\frac{A}{(B+S-C)} \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Berat Jenis Semu:

$$\frac{A}{(B+A-C)} \dots\dots\dots(2.3)$$

d. Penyerapan Air:

$$\left[ \frac{S-A}{A} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

A, adalah berat benda uji kering oven (gram).

B, adalah berat piknometer yang berisi air (gram).

C, adalah berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram).

S, adalah berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram).

2. Pengujian Berat Isi Agregat Halus (SNI 03-1973-2008)

Berat isi agregat adalah berat agregat per satuan isi. Pengujian berat isi agregat bertujuan untuk mengetahui berat isi dari agregat tersebut. Adapun rumus yang digunakan yaitu :

a. Agregat dalam keadaan kering oven:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Agregat dalam keadaan kering permukaan:

$$M_{SSD} = M ( 1 + (A/100)) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan:

M, adalah berat isi agregat dalam kondisi kering oven ( $\text{kg/m}^3$ )

$M_{SSD}$ , adalah berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan ( $\text{kg/m}^3$ )

G, adalah berat agregat dan penakar (kg)

T, adalah berat penakar (kg)

V, adalah volume penakar ( $\text{m}^3$ )

A, adalah absorpsi (%)

### 3. Pengujian Gradasi Agregat Halus (SNI 1968-1990)

Gradasi agregat sangat penting peranannya dalam suatu konstruksi yang berkualitas karena gradasi ini berpengaruh terhadap sifat mortar. Analisis saringan agregat adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam tabel atau grafik. Adapun tujuan dari analisa saringan yaitu:

- a. Untuk mendapatkan mortar yang mudah dikerjakan (diaduk, dialirkan dan didapatkan) yang mempunyai tingkat *workability* yang tinggi.
- b. Untuk mendapatkan harga mortar yang ekonomis, kekuatan tinggi.
- c. Untuk mendapatkan mortar yang betul-betul padat.
- d. Untuk mendapatkan batas gradasi dari agregat.
- e. Untuk mendapatkan komposisi campuran analisa ageregat dalam bentuk ideal.

Untuk menentukan ukuran agregat yang diinginkan yakni melalui analisa ayakan agregat yang menurut prosedur uji SNI 03-1969-1990, yaitu meliputi, penentuan jumlah maksimum agregat, penentuan ukuran ayakan yang digunakan, penentuan persen tertinggal dan tembus kumulatif, penentuan kurva, dan penentuan angka kehalusan.

Dari pengujian analisis gradasi pasir kemudian akan didapat nilai Modulus Halus Butir (MHB) dari pasir tersebut. MHB bertujuan untuk mengetahui tingkat kehalusan pasir yang akan diketahui dari nilainya dan diketahui gradasi termasuk dalam zona tertentu dengan menggunakan grafik modulus

halus butiran pasir. Adapun pembagian zona gradasi pada nilai MHB adalah sebagai berikut, Zona Gradasi I merupakan Pasir Kasar, Zona Gradasi II merupakan Pasir Agak Kasar, Zona Gradasi III merupakan Pasir Agak Halus dan Zona Gradasi IV merupakan Pasir Halus. Pembagian zona gradasi agregat halus dapat lebih jelas dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Pembagian zona gradasi agregat halus

Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	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	55-90	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: Tjokrodinuljo, 2007

4. Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan berat agregat keadaan kering. Jumlah air yang terkandung di dalam agregat perlu diketahui, karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton. Agregat yang basah (banyak mengandung air) akan membuat campuran juga lebih basah dan sebaliknya. Kadar air agregat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kadar\ air = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan:

W1, adalah berat benda uji (gram)

W2, adalah berat benda uji kering oven (gram)

## 2.7 Semen Portland

Semen portland (PC) dibuat dari semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terbuat dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) yang jumlahnya amat banyak serta tanah liat dan bahan dasar berkadar besi, terutama dirisilikat kalsium yang bersifat hidraulis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat. Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat (SK SNI 03-2847-2002).

Tabel 2.6 Bahan penyusun semen portland

Bahan penyusun semen portland	Kadar (%)
Kapur ( $\text{CaO}$ )	60 – 65
Silika ( $\text{SiO}_2$ )	20 – 25
Oksida besi serta alumina ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ dan $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	7 – 12

Sumber: Mulyono, 2005

Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03, semen portland dapat dibedakan dalam beberapa tipe atau jenis, sebagai berikut:

1. Tipe I, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya tidak banyak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan dalam jenis lain.
2. Tipe II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

## 2.8 Kertas

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*. Serat yang digunakan adalah serat alami dan mengandung selulosa dan hemi selulosa. Kertas dikenal sebagai media utama untuk menulis, mencetak serta melukis, dan banyak kegunaan lain yang dapat dilakukan dengan kertas. *Pulp* adalah hasil pemisahan serat dari batang baku berserat (kayu). Penggolongan kertas menurut Tappi (2008) dikelompokkan ada 12 jenis kertas, yaitu:

### 1. *Uncoated Groundwood*

Kertas yang tidak mempunyai lapisan *coating pigmen* dan diproduksi menggunakan pulp mekanis (*mechanical pulps*), bubur kertas yang diproduksi tanpa proses kimiawi. Kurang lebih 80% kertas jenis ini adalah kertas koran (*newsprint*). Gramatur (berat kertas dalam gram per satu meter persegi) adalah 24 – 75 g/m<sup>2</sup>, dengan kertas koran dari 38 – 52 g/m<sup>2</sup>. Disamping itu jenis kertas lainnya adalah kertas untuk direktori (seperti *yellow page*), *computer paper*, katalog, dan *advertising supplement* (brosur sisipan yang umumnya dicetak dengan sistem *rotogravure*).

### 2. *Coated Groundwood*

Kertas jenis ini paling tidak mempunyai 10% pulp mekanis (umumnya 50 – 55% *groundwood*) dengan sisanya menggunakan pulp kimia. Kategori kertas ini di USA masuk dalam kertas No. 5 *enamel paper* (kertas *coated* dengan *brightness* – tingkat kecerahan paling rendah, sekitar 80%) dan kertas No. 4 (*brightness* sekitar 85%), keduanya mempunyai lapisan *coating pigmen* di kedua sisi.

Umumnya kertas ini berwarna kekuningan karena banyak pulp mekanis dan mempunyai gramatur dari 45 – 130 g/m<sup>2</sup>. Kertas ini umumnya digunakan dengan mesin cetak *letterpress* dan *offset*, seperti LWC (*light weight coated* – kertas yang mempunyai lapisan *coating* rendah sekitar 7 – 10 g/m<sup>2</sup> dan kertas *coated* untuk majalah).

3. *Uncoated Woodfree*

Kertas jenis ini mempunyai kandungan pulp mekanis lebih rendah dari 10% umumnya bisa 0% dan tidak mempunyai lapisan *coating pigment* sama sekali. Kegunaan kertas ini termasuk *office papers* (formulir, kertas fotokopi, kertas buku tulis, dan kertas amplop), kertas *carbonless* (NCR), dan kertas cetak atau biasa disebut HVS untuk brosur, selebaran, iklan, dan bahkan kartu pos bila tebal. Jenis kertas ini sering juga disebut *printing, writing and book papers* (kertas cetak, tulis dan buku).

4. *Coated Woodfree*

Jenis kertas ini juga mengandung kurang dari 10% pulp mekanis, tetapi mempunyai lapisan *coating pigment* baik dua sisi atau satu sisi. Di USA kertas ini disebut No. 1 – 3 *enamel* (dimana kertas *coated* dengan *brightness* berkisar dari 88% - 96%). Di pasar lokal sering disebut *Art Paper* dan *Art Board* yang mempunyai lapisan *coating* dua sisi yang bisa berkisar antara 20 – 35 gr/m<sup>2</sup>. Kertas C1S Label masuk dalam kategori ini dimana hanya mempunyai lapisan *coating* disatu sisi. Gramatur kertas berkisar antara 70 – 300 gr/m<sup>2</sup>. Kegunaan paling umum adalah untuk majalah, buku, cetak *commercial* dengan mutu yang tinggi dan mahal karna *brightness* yang relatif tinggi dibanding kertas *uncoated groundwood*.

5. *Kraft Paper*

*Kraft Paper*, artinya kertas kuat, mempunyai 4 kegunaan utama, yaitu kertas bungkus (*wrapping*) seperti bungkus kertas plano, kertas bungkus nasi, dll, kantong, seperti kantong belanja, karung, seperti karung/kantung semen, dan berbagai fungsi *converting*. Gramatur berkisar antara 50 – 134 gr/m<sup>2</sup>. Pulp kertas yang dipakai bisa melalui proses pemutihan / *bleaching* ataupun tidak. Bila tidak diputihkan maka kertas berwarna coklat.

6. *Bleached Paperboard*

Pulp kertas yang dipakai pada jenis ini adalah *bleached sulfate* dan kegunaan utamanya adalah *folding carton* untuk membuat *box*, dan kertas karton susu atau jus. Gramatur bervariasi mulai dari 200 – 500 gr/m<sup>2</sup>. Golongan jenis kertas ini termasuk untuk membuat piring kertas, gelas kertas, karton tebal

cetak, *tag stock* (kertas karton untuk gantungan, kartu komputer, *file folders* (map folio), dan kartu *index* nama.

7. *Unbleached Paperboard*

Kertas karon ini tidak diputihkan dan diproduksi dari *virgin kraft* (pulp kimia dengan serat *non-recycle*) atau *neutral sulfite semichemical pulp* (bubur kertas dengan proses semi-kimia sulfite yang netral). Produk utama adalah *linerboard*, untuk membuat *corrugated containers* (biasanya berwarna coklat). Berat gramatur umumnya 130 – 450 gr/m<sup>2</sup>.

8. *Recycled Paperboard*

Pulp yang digunakan terdiri atas kertas daur ulang, jenis kertas ini meliputi rentang variasi kertas yang luas, mulai dari kertas medium untuk *corrugated box*, *folding boxboard* atau *clay coated news back* – layaknya *duplex* tetapi tanpa pelapisan, dan berbagai jenis kertas dan kertas karton. Juga *gypsum liner* – kertas yang digunakan sebagai pelapis luar *gypsum board*, kertas untuk *core tube* dan lain sebagainya.

9. *MG Kraft Sepcialities*

Kertas jenis ini mempunyai permukaan dengan penampakan licin dan seperti kaca dimana kertas tersebut diproduksi diatas mesin yang mempunyai silinder pengering / pemanas yang diameternya sangat besar. Di pasar lokal sering disebut *litho*, *doorslag*. Jenis kertas lainnya seperti kertas dasar untuk *wax paper*, kertas bungkus, *carbonizing*, dan *kraft specialities*.

10. *Tissue*

Bubur kertas yang dipakai untuk kertas tisu adalah pulp kimia yang diputihkan dengan tambahan 50 atau lebih pulp mekanis. Mayoritas kertas tisu digunakan untuk produk sanitari seperti tisu gulung, *towel*, *napkins*, dll. Gramatur mempunyai rentang dari 13 – 75 gr/m<sup>2</sup>. Jenis kertas ini diproduksi dengan sistem *though air dried* (TAD) oleh mesin kertas *Yankee* (silinder pemanas yang diameternya sangat besar) yang mempunyai *wet*.

#### 11. *Market Pulp*

Pulp atau bubur kertas juga dikategorikan sebagai kertas yang dibagi jenisnya berdasarkan jenis kayu, proses pembuatan dan proses pemutihan. Bubur kertas dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan.

#### 12. *Others*

Kategori lain-lain digunakan untuk kertas yang tidak masuk dalam ke-11 golongan kertas diatas. Kurang dari 5% jumlah kertas dunia masuk dalam kategori ini, jadi sebetulnya relatif kecil. Contohnya seperti kertas *hardboard*, *asbestos board*, kertas rokok, *condenser*, kertas *bible*, *glassine*, kertas tahan minyak, kertas *release* untuk stiker, dan kertas yang tersusun dari serta tumbuhan bukan pohon.

### 2.8.1 **Kertas Koran**

Pada penelitian kali ini kertas yang digunakan adalah kertas koran bekas. Kertas koran adalah kertas yang umumnya digunakan untuk surat kabar, bahan bakunya sebagian besar terdiri dari pulp kayu mekanik dengan sedikit pulp kayu kimia, tidak atau hanya sedikit mengandung bahan pengisi, tipis, dan opasitas tinggi. Kertas koran termasuk dalam kategori *uncoated paper*, yang merupakan kategori kertas yang tidak memiliki lapisan bahan lain sehingga memiliki permukaan tidak begitu halus, daya serap tinta tinggi, mudah sobek, namun hasil cetakan yang berupa teks biasanya akan lebih nyaman dibaca. Berat satuan kertas koran 70 gr sebesar  $0,5 \text{ kg/m}^3$  (Sobirin, 2009).

### 2.9 **Batu Bata Merah**

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah lempung / tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (Ramli, 2007).



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 2.1 Material batu bata merah yang sudah tidak terpakai yang terdapat pada pabrik batu bata merah Air Anyir.

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000, SII-0021-78 merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air. Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50% - 60%, pasir sekisar 35% - 50% dan air secukupnya sampai diperoleh campuran yang bersifat plastis dan mudah dicetak. Batu bata baru umumnya memiliki kandungan senyawa kimia silika oksida ( $\text{SiO}_2$ ) berkisar 55% - 65%, dan alumina oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) berkisar 10% - 25% (Hendro Suseno, 2010).

#### 2.10 Konsistensi *Flow*

Pengujian konsistensi / *initial flow* dilakukan sebelum mortar dicetak. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan jumlah air yang optimum agar campuran mortar mudah dikerjakan. Konsistensi / kelecakan mortar tergantung dari jumlah air dan kadar air yang terkandung dalam mortar itu sendiri. Pengujian ini dilakukan diatas meja sebar atau *flow table*, dimana mortar harus memiliki derajat kecairan (*flow*) tertentu.

Alat yang digunakan berupa suatu plat datar dari logam yang dapat diangkat dan dijatuhkan bebas setinggi  $\pm 0,5$  inchi, sebanyak 25 kali dalam waktu

15 detik. Diameter mortar sebelum dan sesudah dijatuhkan diukur kembali. Mortar yang memiliki sifat lecah yang baik memiliki nilai kelecakan antara 105% - 115%. Untuk menentukan *initial flow* adukan, digunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \left( \frac{D_i}{D_o} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan:

K, adalah *Initial Flow*

Di, adalah diameter adukan setelah *trown conique* diangkat (cm)

Do, adalah diameter dalam *trown conique* (cm)

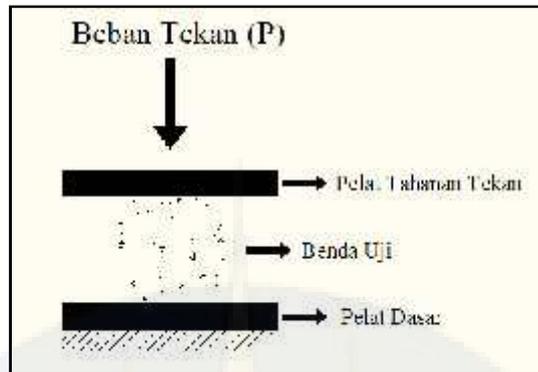
### 2.11 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar dengan serat yang menekan mortar. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan, terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan dinding batako atau pasangan dinding yang lainnya (Tjokrodimuljo, 2007). Satuan kuat tekan biasanya dalam bentuk MPa atau N/mm<sup>2</sup>.

Pembuatan benda uji mortar dilakukan setelah terlebih dahulu dilakukan uji sebar mortar. Uji sebar mortar dilakukan pada masing-masing variasi komposisi campuran mortar yang bertujuan untuk menentukan faktor air semen (FAS) yang sesuai sehingga didapatkan diameter uji sebar mortar rata-rata (dr) 4 kali pengukuran harus sebesar 1 – 2,25 diameter cincin meja sebar atau 100 mm – 115 mm (TATONAS, 2003). Diameter uji sebar adalah 10 cm, jadi diameter rata-rata yang diizinkan berkisar 11,5 cm. Nilai kumulatif persentase diameter rata-rata (dr) terhadap diameter maksimal dari uji sebar yaitu 70% - 110% dari diameter maksimal cincin sebar. Persentase diameter rata-rata dipengaruhi oleh FAS yang digunakan dalam mortar. Semakin banyak menggunakan air maka akan semakin besar pula diameter rata-rata uji sebar mortar, begitu juga sebaliknya.

Nilai FAS juga berpengaruh terhadap kelecakan dan *workability* mortar. Nilai FAS yang cukup akan mempermudah pengerjaan mortar, memiliki kelecakan yang baik dan mendapatkan nilai uji sebar yang memenuhi syarat.

Menurut SNI 03-6882-2002, uji kuat tekan mortar dilakukan dengan membuat kubus mortar berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2.2 Uji kuat tekan mortar.

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah mortar mengeras dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Besarnya kuat tekan mortar semen dihitung dengan rumus:

$$f'm = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan:

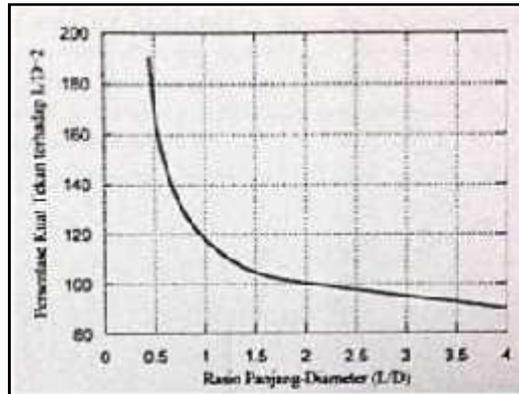
$f'm$ , adalah kuat tekan mortar semen (MPa)

$P$ , adalah beban tekan (N)

$A$ , adalah luas bidang tekan ( $\text{mm}^2$ )

### 2.12 Kuat Tarik Belah Mortar

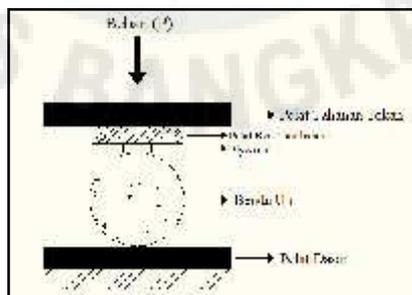
Uji kuat tarik belah mortar mengacu kepada metode yang ada pada SNI 03-2491-2002, dilakukan dengan membuat mortar dalam bentuk silinder dengan ukuran panjang 200 mm dan diameter 100 mm. Ukuran benda uji tersebut berdasar pada rasio perbandingan panjang-diameter (L/D). Rasio perbandingan panjang-diameter (L/D) akan mempengaruhi kekuatan dari benda yang diuji. Pengujian standar untuk benda uji silinder ditetapkan rasio (L/D) = 2.



Sumber: Ozyildirim dan Carino, 2006, dalam Regar, 2014.

Gambar 2.3 Hubungan rasio panjang-diameter (L/D) terhadap kuat tekan.

Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Uji kuat tarik yang dilakukan sama dengan pengujian kuat tarik pada beton dengan memberikan tegangan tarik pada mortar secara tidak langsung. Sebuah silinder diletakkan sesuai dengan posisinya pada mesin penguji dan kemudian sebuah beban tekan diberikan secara merata diseluruh bagian panjang dari silinder hingga terbelah dua dari ujung ke ujung yang berarti pada saat itulah tercapai kuat tariknya. Pengujian ini disebut juga dengan *Splitting Test* atau *Brazilian Test* karena metode ini diciptakan di Brazil ASTM (*American Society for Testing Material*) C 496-96.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2.4 Uji kuat tarik belah mortar.

Dari pembebanan maksimum, maka kuat tarik belah mortar dapat dihitung

dengan rumus,  $T = \frac{2P}{\pi l d}$  .....(2.10)

Dengan:

T, adalah kuat tarik mortar ( $\text{N/mm}^2$ )

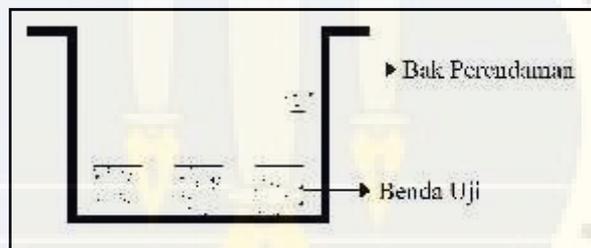
P, adalah beban hancur (N)

L, adalah panjang benda uji (mm)

D, adalah diameter benda uji (mm)

### 2.13 Penyerapan Air Mortar

Pengujian serapan air adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui besarnya serapan air yang terjadi pada mortar yang telah mengeras. Serapan air adalah persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam air. Air yang meresap dipengaruhi oleh pori butiran agregat (Gani, 2004: 61). Serapan air pada mortar yang berlebihan menyebabkan mutu mortar semakin tidak baik, tidak awet dan mortar akan mudah berjamur.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2.5 Perendaman benda uji penyerapan air mortar.

Pengujian penyerapan air mortar menggunakan benda uji ukuran kubus 5cm x 5cm x 5cm. Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Setelah benda uji berumur 28 hari dan reaksi hidrasi pada semen selesai, benda uji dikeringkan dengan oven sampai mencapai berat konstan.
2. Setelah dikeluarkan dari oven, benda uji ditimbang ( $W_1$ ).
3. Merendam benda uji pada bak perendaman sampai batas waktu yang telah ditentukan (24 jam).
4. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dibuat dalam bentuk SSD, lalu benda uji ditimbang ( $W_2$ ).

5. Penyerapan air mortar dihitung dengan rumus:

$$\text{Serapan Air} = ((W2 - W1) / W1) \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

W1, adalah berat setelah dioven (gr)

W2, adalah berat basah (gr)

#### **2.14 Perawatan Benda Uji Mortar**

Perawatan benda uji dilakukan untuk mengurangi panas hidrasi akibat dari reaksi pengikatan semen dengan material mortar yang lainnya, yaitu dengan cara merendam benda uji dalam air atau menutupinya dengan kain lembab sampai dengan umur 28 hari. Perendaman ini dimaksudkan agar benda uji tidak mengalami retak-retak rambut yang diakibatkan oleh penguapan air yang dikandung dalam mortar. Dalam pengujian ini dilakukan cara perawatan dengan merendam benda uji didalam air sampai umur yang direncanakan yaitu 7 hari dan 28 hari.