

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mortar

Mortar adalah campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu (SNI 03-6825-2002). Mortar yang baik harus memiliki sifat-sifat : murah, awet, mudah dikerjakan, melekat dengan baik, cepat kering dan tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Adapun macam mortar adalah :

1. Mortar lumpur (*mud mortar*) yaitu mortar dengan bahan perekat tanah.
2. Mortar kapur yaitu mortar dengan bahan perekat kapur.
3. Mortar semen yaitu mortar dengan bahan perekat semen.

Agregat halus (pasir) merupakan butir-butir partikel yang diikat oleh pasta semen dalam mortar harus dapat terlapsi dengan sempurna agar mempunyai kohesi dan adhesi. Susunan gradasi yang seragam akan membuat banyaknya rongga udara dalam mortar sehingga dibutuhkan semen yang lebih banyak daripada gradasi yang tidak seragam. Hal ini berpengaruh pada kepadatan mortar dan daya lekat yang berkurang. Gradasi pasir yang baik (*well graded sand*) berisi butir-butir pasir yang bervariasi ukurannya, karena dapat mengurangi rongga udara, dan kebutuhan semen dan air. Sedikit campuran semen dan air akan mengurangi susut, dan susut yang kecil cenderung untuk mengurangi retak pada mortar.

Ir. J. A. Mukomoko (1982) menjelaskan tentang spesi/mortar campuran semen merah, kapur dan pasir. Terdapat tiga jenis mortar campuran semen merah, kapur dan pasir, yaitu :

Tabel 2.1. Perbandingan Komposisi Bahan Penyusun Mortar Kapur

Bahan	Komposisi		
	Mortar A	Mortar B	Mortar C
Semen Merah	1	1	1
Kapur	1	1	1
Pasir	1	2	3

Sumber: Mukomoko, J.A (1982)

Ikatan dari senyawa-senyawa penyusun mortar dilakukan oleh senyawa kimia penyusun yang terkandung didalam penyusun mortar tersebut. Semen merah dan kapur merupakan bahan utama penyusun mortal sebagai pengganti semen yang apabila dicampurkan akan bereaksi dengan air. Semen merah disusun oleh senyawa kimia silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3). Sedangkan kapur padam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adalah senyawa kimia dari hasil reaksi antara kapur tohor CaO dan air H_2O .

Rekasi kimia antara semen merah dan kapur dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ (kalsium hidroksida)
- 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SiO}_2 + (n-1)\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO}.\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$ (kalsium hidrosilikat)
- 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{H}_2\text{O}$ (kalsium hidroaluminat)

2.2. Semen Merah

Semen merah adalah hasil dari penghalusan batu bata, genting, atau produk yang terbuat dari tanah liat. Semen merah atau pozzolan buatan, dibuat melalui proses pembakaran dari tanah liat dan pasir sehingga berbentuk batu bata. Pada proses pembakaran tidak ada perubahan unsur-unsur kimia dari bahan pembuatan batu bata tersebut.



Gambar 2.1. Semen Merah

Sumber : <http://wahyu.com/pozolan-semen-merah.html> diakses 4 Maret 2013

Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50%-60%, pasir sekitar 35%-50% pasir dan air secukupnya. Sampai diperoleh campuran yang bersifat

plastis dan mudah dicetak (Hendro Suseno, 2010). Komposisi kimia dari tanah liat yang merupakan bahan baku utama dari batu bata terdiri dari :

Tabel 2.2. Komposisi Senyawa Kimia Tanah Liat

Senyawa	Kandungan
SiO ₂	60,48 %
Al ₂ O ₃	17,79 %
Fe ₂ O ₃	6,77 %
CaO	1,16 %
MgO	3,10 %
SO ₃	0,21 %

Sumber: Lea (1971)

Alumina dan silika merupakan unsur utama pada semen merah dimana didapatkan dari hasil perpaduan antara tanah liat dan pasir. Hal ini disebabkan karena tanah liat merupakan silika dan alumina yang terhidrasi dan terdapat dekomposisi felspathic dan batuan sedimen.

Semen merah sebagai pozzolan mempunyai klasifikasi yang membaginya dalam tingkatan-tingkatan yang diisyaratkan dalam Peraturan Bahan Bangunan Indonesia dengan persyaratan sebagai berikut :

Tabel 2.3. Tabel Persyaratan Bahan Pozzolan

Syarat	Kelas I	Kelas II
Kehalusan : Sisa maksimum diatas ayakan : Maksimum % berat		
6,7 mm	0	0
4,75mm	0	5
0,85mm	0	
0,106mm	15	
CaO + MgO Aktif (setelah dikoreksi dengan SO ₃)	65	65
CO ₂	6	6
	1	3
Ketetapan Bentuk	Tidak Retak	Tidak Retak
Kadar Air, Maximum % Berat	15	15

Sumber: PUBI (1982)

2.3. Semen Merah Limbah Batu Bata

Semen merah limbah batu bata adalah semen merah yang diperoleh dari hasil penggilingan limbah bata merah bekas hasil bongkaran bangunan yang tidak terpakai. Bata merah yang merupakan bahan dasar pembuatan semen merah sangat beragam. Pengaruh daerah lokasi pembuatan, suhu pembakaran, umur bata merah, dan komposisi sangat berpengaruh terhadap kandungan kimia terutama silika dan alumina yang ada didalam bata merah. Kandungan kimia dari suatu bahan akan menentukan sifat fisik dan mekanik dari suatu bahan tersebut.



Gambar 2.2. Semen Merah Limbah Batu Bata

Sumber : <http://madiun.olx.co.id/semen-merah-iiid-479004726> di akses 4 Maret 2013

Bata merah baru umumnya memiliki kandungan senyawa kimia silika oksida (SiO_2) berkisar 55-65% dan alumina oksida (Al_2O_3) berkisar 10-25% (Hendro Suseno, 2010). Berbeda dengan limbah batu bata. Komposisi kimia dari limbah batu bata terdiri dari 54-61% silika oksida (SiO_2) dan 22-32% alumina oksida (Al_2O_3) (Paulo B. Lourenço, Francisco M. Fernandes, Fernando Castro, 2009). Perbedaan ini dikarenakan adanya perlakuan fisik dari limbah batu bata selama dipakai menjadi bahan bangunan seperti suhu udara, angin, kelembapan, temperatur, air hujan/garam dan perubahan termal (El-Gohary & Al-Naddaf, 2009).

Tabel 2.4. Perbandingan Komposisi Senyawa Kimia Bata Merah Baru dan Limbah Bata Merah

Senyawa	Limbah Bata Merah	Bata Merah Baru
SiO ₂	56,4%	60,6%
Al ₂ O ₃	27,4%	19,2%
Fe ₂ O ₃	7,2%	8,1%
CaO	1,2%	2,6%
MgO	1,4%	2,9%

Sumber: Paulo B. Lourenço, Francisco M. Fernandes, Fernando Castro (2009)

2.4. Kapur

Batu kapur merupakan salah satu batuan sedimen yang banyak ditemui di bumi ini. Batu kapur terdiri dari bahan kimia terutama kalsium karbonat (CaCO₃) (Plory & Rendy, 2008). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan kapur adalah aragonit (CaCO₃), yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO₃). Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur atau dolomit, tetapi dalam jumlah kecil adalah Siderit (FeCO₃), ankererit (Ca₂MgFe(CO₃)₄), dan magnesit (MgCO₃).



Gambar 2.3. Kapur

Sumber : <http://sxhyandy.en.made-in-china.com/product/eovJMqdDSbpX/China-Calcium-Carbonate-CaCO3-CAS-No-72608-12-9-.html> diakses pada 5 Maret 2013

Pengikatan dan pengerasan kapur terjadi karena reaksi kimia. Pada reaksi ini, air memegang peranan penting. Pengerasan udara terjadi karena kapur mengikat CO_2 dari udara. Pengerasan kapur hidrolis di dalam air disebabkan oleh reaksi-reaksi kimia yang lebih kompleks yaitu ikatan antara $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan silika, alumina dan oksida besi yang terkandung didalam batu kapur itu. Dalam industri, kapur sering disebut dengan istilah limestone. Untuk merubahnya menjadi bahan semen maka batu kapur tersebut harus melewati beberapa proses.

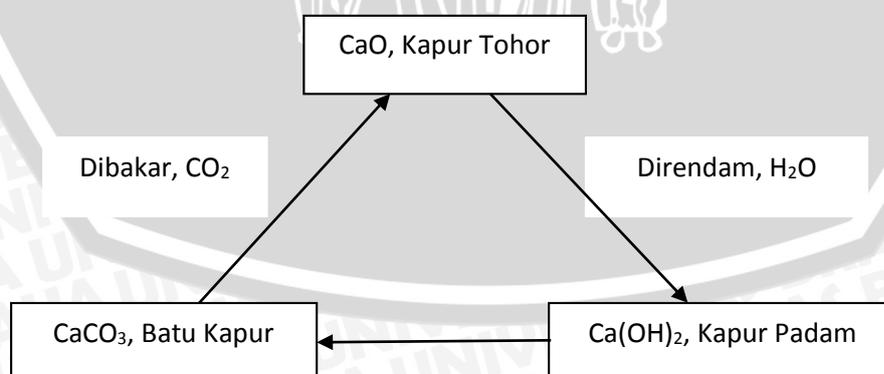
Kapur adalah salah satu bahan bangunan yang berfungsi sebagai perekat khususnya untuk pembuatan adukan yang dikenal sebagai adukan pasangan atau spesi/mortar, untuk mengurangi terjadinya retak pada plesteran.

Tabel 2.5. Komposisi Senyawa Kimia Batu Kapur

Senyawa	Kandungan
Na_2O	0,10%
Fe_2O_3	0,41%
MgO	2,72%
K_2O	0,32%
CaO	50,84%
Al_2O_3	0,68%
SiO_2	1,00%

Sumber: Sitohang, Abinhot dan Hazairin (2002)

Proses pembuatannya dimulai dengan pembakaran (kalsinasi) didapatkan kapur tohor, lalu menjadi kapur padam akibat perendaman di dalam air dan kemudian mengeras di udara.



Gambar 2.4. Skema Perubahan Sifat Kimiawi Batu Kapur Akibat Proses Pengolahan

Sumber: Sjafei Amri (2005)

Pengerasan kapur dapat terjadi karena hal-hal berikut :

- 1) Pengerasan dengan gas asam arang (CO_2) membentuk kembali kapur menjadi batuan kapur. Sifatnya kurang stabil karena dapat larut dalam air.
- 2) Pengerasan oksida-oksida tanah yang bersifat amorf, pengerasan ini disebut pengerasan hidrolis. Karena senyawa kapur dan oksida tanah membentuk batuan kapur yang tidak larut dalam air pengerasan inilah yang dijadikan acuan untuk memakai kapur sebagai bahan bangunan.

Kapur padam juga mempunyai persyaratan seperti yang diatur pada Peraturan Bahan Bangunan Indonesia, seperti dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.6. Persyaratan Kapur Padam

Syarat	Kelas I	Kelas II	Kelas III
Kadar air bebas dalam % berat pada $110^\circ \pm 5^\circ\text{C}$	< 6	6-8	8-10
Kehalusan : seluruhnya harus lewat ayakan 2,5 mm, sisa diatas ayakan 0,21 mm dalam % berat	< 10	10-20	30-50
Waktu Pengikatan : dinyatakan dalam kelipatan 24 jam, maksimum	1	2	3
Keteguhan aduk pada 14 hari dalam kg/cm^2			
Kuat Tekan	100	100-75	75-50
Kuat Tarik	16	14	12

Sumber: PUBI (1982)

2.5. Pasir

Pasir (agregat halus) merupakan material pengisi untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolis atau adukan. Jenis pasir baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (SK SNI T-15-1991-03).

Fungsi pasir adalah mengisi rongga yang ditinggalkan oleh agregat kasar, sehingga mortar dapat berfungsi sebagai benda utuh. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 200, atau bahan bahan lain yang dapat merusak mortar. Pasir merupakan komponen spesi yang paling

berpengaruh dalam beratnya. Pada spesi biasanya terdapat sekitar 60-80% volume agregat. Pasir harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa spesi dapat berfungsi sebagai material yang solid, homogen dan rapat.

Pengujian ASTM C 109 dan SNI 15-2049-2004, agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan benda uji mortar yaitu pasir dengan gradasi lolos ayakan No. 16 (1,18 mm), No. 20 (850 μm), No. 30 (600 μm), No. 40 (425 μm), No. 50 (300 μm) dan No. 100 (150 μm). Agregat yang baik digunakan adalah agregat pada kondisi *ssd* (*saturated surface dry*), yaitu dimana kondisi permukaan agregat kering, namun didalam agregat dalam kondisi jenuh. Sehingga dalam kondisi ini agregat tidak akan menyumbangkan maupun menyerap air. Hal ini berdampak positif supaya komposisi air yang kita rencanakan benar-benar sesuai prediksi.

2.6. Air

Air yang dimaksudkan disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan meliputi kegunaannya dalam pembuatan dan perawatan beton, pemadaman kapur, adukan pasangan dan adukan mortar (*PUBI-1982*). Air diperlukan pada pembuatan spesi agar bereaksi kimia dengan semen, untuk membasahi agregat supaya menjadi kondisi *ssd* (*saturated surface dry*) dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat digunakan pada campuran spesi. Jumlah air untuk campuran mortar pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen portland pada campuran adukan. Nilai perbandingan ini dinyatakan dalam faktor air semen (FAS) atau ratio air semen (RAS).

Faktor Air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen dalam campuran pasta semen Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS maka semakin rendah mutu mortar. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak berarti kekuatan semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah menyebabkan kesulitan dalam pekerjaan yang nantinya akan mengalami kesulitan dalam pemadatan dan akhirnya mutu mortar menjadi menurun. Umumnya nilai FAS atau RAS minimum yang diberikan 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2003).

Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (*PUBI-1982*), antara lain :

1. Air harus bersih.

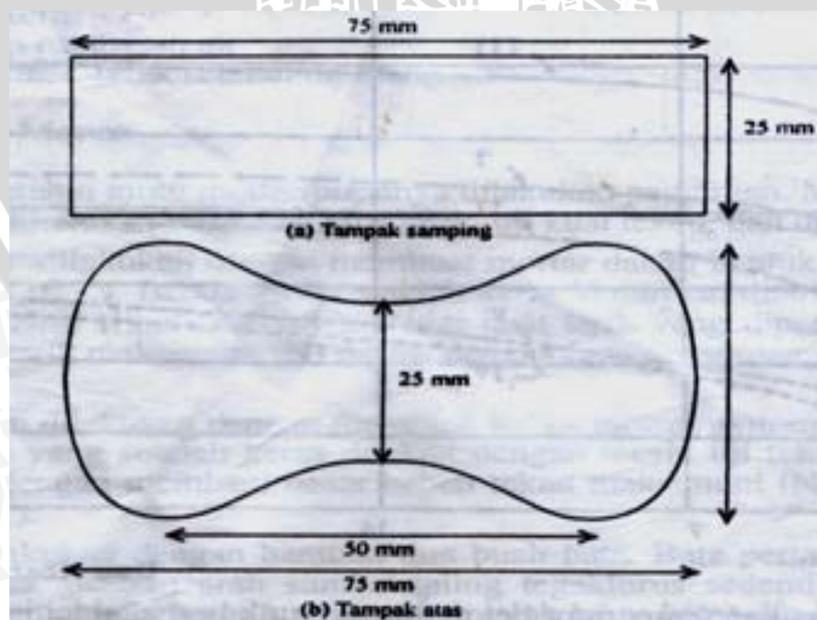
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram / liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO_3 .
5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

2.7. Kuat Tarik Langsung Mortar

Kuat tarik adalah ukuran kuat mortar yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian mortar akibat tarikan. Pengujian kuat tarik langsung mortar dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi mutu mortar dari segi kuat tarik langsung, dan pengujian dilakukan di laboratorium.

Kuat tarik mortar dan beton relatif lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton (Nawy, 1990: 41). Kekuatan tarik adalah suatu sifat yang lebih bervariasi dibandingkan dengan kekuatan tekan, dan besarnya berkisar antara 10-20% dari kekuatan tekan (Wang, C.K, Salmon, C.G, 1985: 11).

Uji kuat tarik dilakukan dengan membuat mortar dalam bentuk seperti angka delapan. Benda uji ini setelah keras kemudian ditarik dengan uji *cemen briquettes*.



Gambar 2.5. Tampak Samping dan Tampak Atas Cetakan Benda Uji Tarik Langsung Mortar

Nilai kuat tarik langsung mortar dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_{ct} = Kuat Tarik Mortar (Kg/cm²)

P = Beban Tarik (Kg)

A = Luas Bidang Tarik (cm²)

Nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (Kg) dibagi dengan luas penampang yang terkecil (cm²). Kelemahan struktur berbahan dasar mortar adalah kuat tarik yang rendah sehingga akan segera retak jika mendapat tegangan tarik. Sehingga banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan kekuatannya. Pengujian tarik langsung mortar perlu dilakukan untuk keperluan identifikasi mutu mortar dari segi kuat tarik langsung yang nantinya akan dipakai acuan untuk jenis-jenis mortar yang lainnya, dalam hal ini jenis mortar yang diuji adalah jenis mortar kapur (semen merah, kapur, pasir).

2.8. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian dahulu yang digunakan peneliti sebagai sumber rujukan, antara lain :

1. Asmirawaty Arifuddin (2006), meneliti pengaruh penggunaan semen merah sebagai bahan pengganti sebagian jumlah semen pada campuran spesi/mortar. Dari uraian diatas tidak terjadi nilai kuat tarik optimal karena nilai kuat tarik rata-rata yang dihasilkan dengan adanya penambahan semen merah sebesar 20,694 kg/cm² untuk FAB 55% lebih kecil dibanding nilai kuat tarik rata-rata campuran tanpa menggunakan semen merah sebesar 22,29 kg/cm².
2. Abdul Latief (2010), meneliti kuat tarik langsung mortar campuran semen (PCC), abu sekam padi (ABS), dan precious slag ball (PSB) dengan prosentase 30%; 30%; 40%. Pada penelitian ini dipakai 2 tipe semen (PCC). Dari hasil penelitian tersebut kuat tarik langsung campuran semen, abu sekam padi, dan precious slag ball melebihi kuat tarik langsung mortar normal yang besarnya 0,5 Mpa. Di dapatkan kuat tarik langsung pada umur 28 hari sebesar 0,740 Mpa untuk campuran PCC tipe I dan sebesar 0,641 Mpa untuk campuran PCC tipe II.

2.9. Hipotesis

Dari berbagai kajian teori dan permasalahan yang telah diuraikan, hipotesis yang akan dibuktikan adalah : Diduga ada pengaruh penggunaan semen merah limbah batu bata terhadap kuat tarik langsung mortar (semen merah, kapur dan pasir).

