

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU BATA SEBAGAI SEMEN MERAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK MORTAR

Siti Nurlina^{*1}, Taufik Hidayat¹, Hendro Suseno¹, Estetika Matra Kharisma²

¹Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya

²Mahasiswa / Program Sarjana / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

Korespondensi : nurlina_siti@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan bahan bangunan berbanding lurus dengan pesatnya angka pembangunan. Material atau bahan bangunan yang paling sering digunakan untuk konstruksi adalah semen, sedangkan penggunaan semen dinilai mahal dan menambah dampak negatif bagi lingkungan. Semen merah atau pozolan dipilih sebagai material ramah lingkungan pengganti semen untuk campuran mortar. Semen merah terbuat dari penggilingan limbah batu bata sehingga lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu perlu diteliti mengenai mutu atau kekuatan mortar yang menggunakan semen merah yang berasal dari daur ulang limbah batu bata dari segi kuat tarik dan kuat tekan. Pada penelitian ini menggunakan variabel bebas variasi perbandingan semen merah batu bata baru dan semen merah limbah batu bata sebesar 0%-100%, 20%-80%, 40%-60%, 80%-20% dan 100%-0% pada campuran mortar. Kuat tekan mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tekan mortar semen merah limbah batu bata, begitu juga dengan kuat tarik langsung mortar. Kandungan kimia yang tidak berbeda jauh antara semen merah limbah batu bata dengan semen merah baru, sehingga semen merah batu bata dapat digunakan dalam pembuatan mortar.

Kata kunci: limbah batu bata, kuat tekan, kuat tarik, mortar

1. PENDAHULUAN

Penggunaan semen sebagai bahan perekat mortar dinilai mahal dan menambah dampak negatif bagi lingkungan, mengingat pembuatan semen pada saat pembakaran kapur pada temperatur tinggi yang menghasilkan gas emisi CO₂. Semen yang digunakan selama ini tentunya banyak menghasilkan gas emisi CO₂ yang berimbas pada meningkatnya resiko pemanasan global.

Semen merah dan kapur dipakai untuk mereduksi atau mengganti semen. Selain ramah lingkungan dan harganya murah dibanding semen, semen merah itu sendiri bisa didapat dari pengolahan limbah batu bata dari bongkaran bangunan yang tidak terpakai. Bahan material alternatif tersebut memenuhi syarat untuk pembuatan mortar yang ramah lingkungan.

Pemanfaatan limbah batu bata sebagai semen merah sangat berpotensi untuk dikembangkan.

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah batu bata sebagai semen merah terhadap kuat tarik dan kuat tekan mortar.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen merah, semen portland, dan semen (*portland pozzolan*) dan air dengan komposisi tertentu. Mortar juga bisa berasal dari semen merah kapur, dan pasir. Terdapat tiga jenis mortar campuran semen merah, kapur dan pasir.

Tabel 1. Perbandingan komposisi bahan penyusun mortar

Bahan	Komposisi		
	Mortar I	Mortar 2	Mortar 3
Semen merah	1	1	1
Kapur	1	1	1
Pasir	1	2	3

Sumber : JA. Mukomoko (1982)

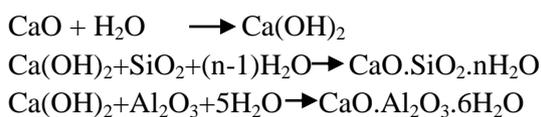
Tabel 2. Perbandingan komposisi senyawa kimia batu bata dan batu bata baru

Senyawa	Limbah Batu Bata	Batu Bata 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 : Fernando Castro et.all (2009)

Ketiga jenis tersebut mempunyai komposisi seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1.**

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



2.2 Semen Merah

Semen merah adalah hasil dari penggilingan batu bata atau genting sehingga didapatkan butiran-butiran halus. Alumina dan silika merupakan unsur utama pada semen merah dimana didapatkan dari hasil perpaduan antara tanah liat dan pasir yang merupakan bahan utama pembuatan batu bata. Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50%-60%, pasir sekisar 35%-50% pasir dan air secukupnya. Sampai diperoleh campuran yang bersifat plastis dan mudah dicetak (Hendro Suseno.2010).

Batu bata baru umumnya memiliki kandungan senyawa kimia silika oksida

(SiO₂) berkisar 55%-65% dan alumina oksida (Al₂O₃) berkisar 10%-25% (Hendro Suseno.2010). Berbeda dengan limbah batu bata. Komposisi kimia dari limbah batu bata terdiri dari 54%-61% silika oksida (SiO₂) dan 22%-32% alumina oksida (Al₂O₃) (Fernando Castro et.all.2009).

2.3 Kapur

Kapur padam adalah yang berfungsi sebagai perekat khususnya untuk pembuatan adukan yang dikenal sebagai adukan pasangan atau spesi/mortar. Dalam industri, kapur sering disebut dengan istilah *limestone*.

Pengikatan dan pengerasan kapur terjadi karena reaksi kimia. Pada reaksi ini, air memegang peranan penting. Pengerasan udara terjadi karena kapur mengikat CO₂ dari udara. Pengerasan kapur hidrolis di dalam air disebabkan oleh reaksi-reaksi kimia yang lebih kompleks yaitu ikatan antara Ca(OH)₂ dengan silika, alumina dan oksid besi yang terkandung didalam batu kapur itu.

2.4 Pasir

Pasir merupakan butiran mineral alami sebagai bahan pembentuk adukan (spesi) atau mortar dapat berupa pasir alam yaitu sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan yang banyak macamnya atau dapat berupa pasir buatan yaitu pasir yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Pasir menempati kira-kira sebanyak 70% volume mortar. Akan tetapi pasir sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar, sehingga pemilihan pasir sangat penting dalam dalam pembuatan mortar.

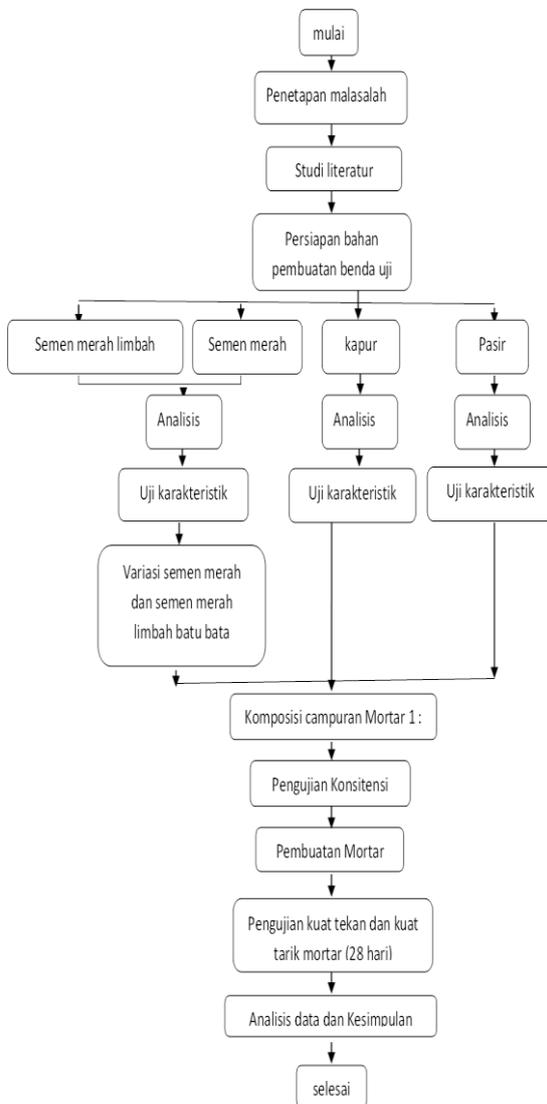
2.5 Kuat Tarik dan Kuat Tekan

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. Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan

benda uji hancur bila dibebani gaya tekan tertentu. Kuat tekan mengidentifikasi mutu sebuah struktur dimana semakin tinggi mutu struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan.

3. METODE PENELITIAN

Untuk penelitian akan digunakan benda uji kubus $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ dengan komposisi 1 semen merah : 1 kapur : 3 pasir. Sedangkan benda uji mortar dibuat dengan ukuran $75 \times 50 \times 25 \text{ mm}^3$ yang cetaknya sudah diolesi oli, dengan komposisi dari campuran yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kuat tekan

Berdasarkan hasil pengujian beban maksimum, diperoleh kuat tekan mortar yang disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan mortar

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar		Standar Deviasi
		Kuat Tekan (kg/cm^2)	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm^2)	
0% SMLB - 100% SMBB	1	22,5694	22,7112	0,7095
	2	22,9592		
	3	22,1088		
	4	23,8095		
	5	22,1088		
20% SMLB - 80% SMBB	1	25,8226	25,0945	0,6366
	2	25,0850		
	3	25,5102		
	4	24,8980		
	5	24,1566		
40% SMLB - 60% SMBB	1	28,3215	28,7425	0,3929
	2	28,9116		
	3	28,5714		
	4	28,5714		
	5	29,3367		
60% SMLB - 40% SMBB	1	25,5102	26,1416	0,3769
	2	26,4757		
	3	26,2391		
	4	26,3605		
	5	26,1224		
80% SMLB - 20% SMBB	1	25,1736	25,9692	0,6429
	2	26,2500		
	3	26,3605		
	4	25,4061		
	5	26,6556		
0% SMLB - 100% SMBB	1	21,2674	21,9149	0,7395
	2	21,2585		
	3	22,8571		
	4	21,6576		
	5	22,5340		

Keterangan:SMLB : semen merah limbah batu bata
SMBB : semen merah batu bata baru

Dari pengujian kuat tekan mortar, diperoleh nilai beban yang menjadi kapasitas beban maksimum mortar. Nilai beban tersebut merupakan kapasitas maksimal yang dapat ditahan oleh mortar hingga benda tersebut mengalami keruntuhan. Dari beban tersebut selanjutnya diperoleh kuat tekan dengan cara membagi beban yang didapat dari hasil pengujian dengan luasan mortar tersebut. Kuat tekan menunjukkan kekuatan yang dimiliki mortar per satuan luas.

Dari **Tabel 3** diketahui bahwa kuat tekan rata-rata mortar semakin meningkat sampai pada persentase penggunaan limbah batu bata sebesar 40%. Namun, kuat tekan rata-rata tersebut mengalami penurunan pada persentase penggunaan limbah batu bata sebesar 60%. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi benda uji yang mengalami kesalahan pada saat pembuatan. Pada persentase 80%, kuat tekan rata-rata mortar mengalami kenaikan yang tidak terlalu tajam, sedangkan pada persentase 100% terjadi penurunan.

Dapat dilihat pada **Tabel 3** bahwa kuat tekan rata-rata dengan menggunakan 100% semen merah limbah batu bata mengalami penurunan sebesar 3,567% bila dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata menggunakan 100% semen merah batu bata baru. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan alumina dan silika pada semen merah limbah batu bata dengan semen merah batu bata baru. Limbah batu bata mengalami proses kimia yang menyebabkan kandungan alumina dan silika tersebut mengalami penurunan. Kuat tekan dari semua variasi tersebut belum memenuhi syarat kisaran angka kapur padam adalah 50-75 kg/cm². Namun, kuat tekan tersebut masih memenuhi mutu untuk digunakan sebagai bahan bangunan.

Secara kualitas seharusnya kuat tekan tidak akan mengalami kenaikan, melainkan mengalami penurunan secara eksponen, tetapi hasil penelitian menunjukkan sempat terjadi kenaikan sebelum mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan

adanya reaksi pozzolanik yang terjadi antara senyawa-senyawa kimia semen merah batu bata baru dengan semen merah limbah batu bata. Silika oksida yang terdapat pada semen merah batu bata baru lebih tinggi dari semen merah limbah, sedangkan alumina oksida semen merah lebih tinggi dibanding semen merah baru. Dengan begitu, persentase yang ideal menghasilkan silika dan alumina yang maksimal yang berefek meningkatnya mutu/kekuatan mortar. Sehingga grafik yang terjadi menjadi polinomial.

4.2 Kuat tarik

Berdasarkan hasil pengujian beban maksimum maka didapatkan kuat tarik langsung mortar. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Beban yang diperoleh dari pengujian kuat tarik langsung mortar merupakan kapasitas beban maksimum yang dapat ditahan oleh mortar hingga benda tersebut mengalami retak atau putus akibat dari suatu tarikan. Dari beban tersebut selanjutnya diperoleh kuat tarik langsung dengan cara membagi beban yang didapat dari hasil pengujian dengan luasan mortar tersebut. Pada hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.20 bahwa besarnya kuat tarik langsung rata-rata maksimum sebesar 4,036 kg/cm² pada komposisi 1 semen merah : 1 kapur : 3 pasir dengan prosentase semen merah limbah batu bata sebesar 40%.

Dari **Tabel 4** terlihat bahwa kuat tarik langsung rata-rata mortar yang dimiliki tiap variasi benda uji. Dilihat dari jumlah prosentase pemberian limbah batu bata kuat tarik langsung rata-rata semakin meningkat sampai pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 40% kemudian mengalami penurunan pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 60% yang dimungkinkan karena kondisi benda uji mengalami kesalahan pada saat pembuatan.

Tabel 4. Rekapitulasi kuat tarik mortar

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi Kuat Tarik Langsung Mortar		
		Kuat Tarik langsung (kg/cm ²)	Rata-Rata (kg/cm ²)	Standar Deviasi
Semen Merah Limbah 0% : 100% Semen Merah Baru	1	3,205	3,267	0,183
	2	3,041		
	3	3,521		
	4	3,201		
	5	3,365		
Semen Merah Limbah 20% : 80% Semen Merah Baru	1	3,520	3,642	0,150
	2	3,842		
	3	3,592		
	4	3,755		
	5	3,500		
Semen Merah Limbah 40% : 60% Semen Merah Baru	1	4,160	4,036	0,208
	2	4,000		
	3	3,846		
	4	4,327		
	5	3,846		
Semen Merah Limbah 60% : 40% Semen Merah Baru	1	3,680	3,904	0,154
	2	3,918		
	3	4,082		
	4	4,000		
	5	3,840		
Semen Merah Limbah 80% : 20% Semen Merah Baru	1	3,765	3,742	0,120
	2	3,755		
	3	3,592		
	4	3,918		
	5	3,681		
Semen Merah Limbah 100% : 0% Semen Merah Baru	1	3,017	3,110	0,172
	2	3,140		
	3	3,297		
	4	2,866		
	5	3,231		

Secara kualitas seharusnya kuat tarik langsung tidak mengalami kenaikan, melainkan mengalami penurunan secara eksponen, tetapi hasil penelitian menunjukkan sempat terjadi kenaikan sebelum mengalami penurunan. Hal yang

menyebabkan terjadinya kenaikan kekuatan yaitu terjadinya reaksi pozzolanik dari semen merah bata baru dan semen merah dari limbah batu bata. Silika yang terdapat pada semen merah bata baru lebih tinggi dari semen merah limbah, sedangkan alumina semen merah lebih tinggi dibanding semen merah baru. Dengan begitu, prosentase yang ideal menghasilkan silika dan alumina yang maksimal yang berefek meningkatnya mutu/kekuatan mortar.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan limbah batu bata sebagai semen merah terhadap kuat tekan dan kuat tarik langsung mortar (semen merah, kapur, pasir), maka dapat diambil kesimpulan:

1. Terdapat pengaruh dari variasi prosentase penggunaan limbah batu bata sebagai semen merah terhadap kuat tekan maupun kuat tarik langsung mortar.
2. Kuat tekan mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tekan mortar semen merah limbah batu bata, begitu juga dengan kuat tarik langsung mortar. Kandungan kimia yang tidak berbeda jauh antara semen merah limbah batu bata dengan semen merah baru, sehingga semen merah batu bata dapat digunakan dalam pembuatan mortar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim². 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A*. Yayasan Lembaga penyelidikan Masalah. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim³. 2002. *Metode Pengujian Kekuatan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Abdul Halim. 2012. *Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Geser Spesi Yang Digunakan masyarakat*. Jurnal Teknik Sipil - Universitas Gunadarma.
- El-Gohary & Al-Naddaf. 2009. *Characterization of Bricks Used In The External Casing of Roman Bath Walls "Gadara-Jordan"*.

- Greece: Mediterranean Archaeology and Archaeometry - Yarmouk University.
- Hendro Suseno. 2010. *Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media
- J.A Mukomoko. 1982. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Kurnia Esa.
- Kardiyono, T. 1992, *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Lea, F.M. 1971. *The Chemistry of Cement and Concrete*. New York : Chemical publishing C.O., Inc.
- Paulo B. Lourenço.et.all. 2009. *Handmade Clay Brick : Chemical, Physical and Mechanical Properties*. Portugal: University of Minho.
- Ratna Wahyu. 2001. *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Dengan Variasi Jenis Kapur Terhadap Kuat Tekan Mortar (Semen Merah, Kapur, Dan Pasir)*. Skripsi Tidak Diterbitkan - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sihotang, Abinhot, Hazarin, 2002. *Pemanfaatan Kapur dan Pozzolan sebagai Alternatif Bahan Baku Utama Pembuatan Semen Hidroulis Alternatif*. Bandung.
- Sjafei Amri. 2005. *Teknologi Beton*. Jakarta: UI-press.
- Tri Mulyono. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.