

KETAHANAN MORTAR CAMPURAN SERBUK KARET TERHADAP SUHU TINGGI

Diah Widya¹⁾, Zulfikar Djauhari²⁾ Monita Olivia³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: diah.widya@student.unri.ac.id

Abstract

The growing of automotive industry along with the increasing need for tire production cause to many waste tire. To solve this problem, many innovative solution have been proposed, namely the use of rubber tires as an added material in the manufacture of concrete mixture. This is due to its flexible nature so as to increase the ductility of concrete. This research aims to study how compressive strength of mortar are resistant to high temperatures with materials added to waste tire used in powder form. Variations in the content of rubber powder used were 0%, 2.5%, and 5% of the weight of cement. Mortar was burned at temperatures of 250°C, 500°C, and 750 ° C for 3 hours. The results of the research and compressive strength with room temperature showed that OPC with the addition of 5% rubber powder had the highest compressive strength of 18.20 MPa. But when the mortar experienced a temperature higher than 250 ° C, the mortar strength decreased by 10%, with the addition of tire rubber powder as much as 5% with a compressive strength of 15.92 MPa, making the mortar had a better compressive strength than without the addition of powder rubber. Moreover the optimum temperature in mortar testing was at a temperature of 500 ° C with 5% rubber powder mixture. OPC mortars that were burned at 500 ° C and 750 ° C experience a hair cracking the mortar surface.

Keywords:; Rubber powder, mortar, OPC, high temperature.

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar Belakang

Ban bekas (*waste tyre*) merupakan limbah dari roda kendaraan bermotor sudah tidak layak pakai yang akan mencemari lingkungan sekitarnya mengingat ban bekas tidak dapat terurai dengan mudah secara biologis. Menurut Edeskär (2004) jumlah ban bekas di Eropa pada tahun 2004 mencapai 3,25 juta ton per tahun, sedangkan di Amerika Serikat tahun 2003 sekitar 3,75 juta ton per tahun dan di Jepang tahun 2004 sekitar 1 juta ton per tahun. Di Indonesia limbah ban bekas jumlahnya cukup besar yaitu diperkirakan

11 juta ton per tahun, dan hal ini akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya industri otomotif dunia.

Pemusnahan ban bekas dengan cara dibakar pun juga cukup sulit dilakukan, karena ban bekas hanya akan terbakar pada suhu di atas 322°C (Edeskär, 2004). Perubahan temperatur yang cukup tinggi, seperti yang terjadi pada peristiwa kebakaran, akan membawa dampak pada struktur beton. Pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan adanya perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks. Hal ini akan

mempengaruhi kualitas/kekuatan struktur beton tersebut.

Oleh karena itu perlu diupayakan terobosan baru untuk pemanfaatan limbah ban bekas ini yang diolah dalam bentuk serbuk sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambah pada mortar tahan terhadap suhu tinggi dan diharapkan mampu mencegah retakan awal pada beton, serta mengurangi resiko terjadinya ledakan pada suatu bangunan akibat kebakaran

A.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji kuat tekan mortar dengan variasi dosis serbuk karet pada umur mortar 28 hari.
2. Mengkaji perubahan kuat tekan mortar umur 28 hari dengan bahan tambah serbuk karet setelah pemanasan pada temperatur 250⁰ C, 500⁰ C, dan 750⁰ C.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Mortar

Menurut SK SNI 03-6882-2002. mendefinisikan mortar sebagai campuran semen, air dan agregat halus. Mortar sebenarnya adalah campuran semen, air, pasir. Namun ada yang berpendapat bahwa mortar adalah bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai “perekat” untuk membuat struktur bangunan. Perbedaan mortar dengan semen adalah pada mortar adalah semen siap pakai yang komponen pembentuknya umumnya adalah semen itu sendiri, *filler*, dan berbagai jenis additif yang sesuai. dimana M adalah kation seperti *potassium* (K⁺), *sodium* (Na⁺) atau *kalsium* (Ca²⁺), n adalah derajat *polikondensasi*, z adalah 1, 2, atau 3.

Tjokrodinuljo (1996) menjelaskan sifat-sifat mortar yang baik adalah murah, tahan lama (awet), mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, dan diratakan), merekat dengan baik dengan bata merah, bata beton pejal, batu dan

sebagainya, cepat mengering atau mengeras, tahan terhadap rembesan air, dan tidak timbul retak-retak setelah mengeras.

Dalam SNI 03-6882-2002 dan ASTM C 270, mortar diklasifikasikan menjadi 4 tipe berdasarkan proporsi bahan dan sifat, seperti yang disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Mortar

Tipe Mortar	Kuat Tekan Minimum	Aplikasi
Mortar tipe M	17.2 Mpa (kuat tekan tinggi)	-Dinding dekat tanah -Adukan pipa air kotor -Adukan dinding penahan tanah -Adukan untuk jalan
Mortar tipe S	12.4 Mpa (kuat tekan sedang)	-Bila tidak diisyaratkan menggunakan tipe M tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping
Mortar tipe N	5.2 Mpa (kuat tekan rendah)	-Untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan
Mortar tipe O	2.5 Mpa (kuat tekan rendah)	-Untuk konstruksi dinding yang tidak menahan beban lebih dari 7 kg/cm ² , dan gangguan cuaca tidak berat

Sumber: SNI 03-6882-2002

B.2 Bahan Penyusun Mortar

B.2.1 Limbah karet ban

Limbah Ban bekas terbuat dari karet sintetis dan karet alam di campur dengan karbon black dan unsur unsur kimia lain seperti *silica*, *resin*, anti oksidan, *sulfur*, *paraffin*, *cobalt*, *salt*, *cure accelerators*, *aktifators*, dan di tambah dengan benang dan gabungan kawat baja di mana benang berfungsi sebagai rangka atau tulangan ban.

Menurut Putra (2015) terdapat dua jenis limbah karet ban yang sering digunakan dan pada penggunaan untuk campuran beton yaitu *tire chips* dan *crumb rubber tire chips or shredded chips*. *Tire*

Chips berfungsi sebagai pengganti agregat kasar, yang berukuran antara 13 - 76 mm. Sedangkan *crumb rubber* berfungsi sebagai pengganti agregat halus, dimana ukuran partikel *crumb rubber* berkisar antara 4,75 mm (saringan no. 4) sampai kurang dari 0,075 mm (saringan no. 200).

Penambahan serbuk karet pada mortar tidak mutlak menambah kuat tekan mortar. Semakin tinggi serbuk karet dapat merusak dan menurunkan kuat tekan mortar, namun jika kandungan serbuk karet terlalu sedikit juga tidak mempengaruhi kekuatan mortar. Oleh sebab itu persentase serbuk karet yang optimum menjadi faktor utama.

B.2.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 dan no. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no.100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar analisis saringan dari American Society of Testing and Materials (ASTM).

Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Pagar, Kampar.

B.2.3 Air

Standar air yang digunakan dalam campuran mortar atau beton harus bebas dari bahan perusak seperti oli, asam, alkali, garam dan sebagainya.

Fungsi air di dalam adukan mortar adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan.

Kualitas air yang digunakan untuk mencampur mortar sangat berpengaruh terhadap kualitas mortar itu sendiri.



Gambar 1. Serbuk karet lolos saringan 200.

B.2.4 Semen OPC

Semen adalah suatu campuran senyawa kimia yang bersifat hidrolis (SNI 15-2049-2004 2004) artinya jika dicampur dengan air dalam jumlah tertentu akan mengikat bahan– bahan lain menjadi satu kesatuan massa yang dapat memadat dan mengeras. Secara umum semen dapat didefinisikan sebagai bahan perekat yang dapat merekatkan bagian–bagian benda padat menjadi bentuk yang kuat kompak dan keras.

B.3 Pengaruh Peningkatan Suhu Pada Mortar

Kebakaran beton pada hakekatnya merupakan reaksi kimia dari combustible material dengan oksigen yang dikenal dengan reaksi pembakaran yang menghasilkan panas (Antonius, 2006). Panas hasil pembakaran ini diteruskan ke massa beton/mortar dengan dua macam mekanisme yakni pertama secara radiasi yaitu pancaran panas diterima oleh permukaan beton sehingga permukaan beton menjadi panas. Pancaran panas akan sangat potensial, jika suhu sumber panas relatif tinggi. Kedua secara konveksi yaitu udara panas yang bertiup/bersinggungan

dengan permukaan beton/mortar sehingga beton menjadi panas.

Tjokrodimuljo (2009) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak mampu menahan panas sampai di atas 250°C. Akibat panas, beton akan mengalami retak, terkelupas (*spalling*), dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya

Menurut Olivia (2013) bahwa adanya perbedaan suhu beton yang terjadi di permukaan dengan yang terjadi di dalam beton. Hasil yang diperoleh terlihat bahwa suhu di bagian dalam beton lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu yang ada di permukaan beton terkecuali pada persentase penambahan ban karet sebesar 5%. Pada persentase 5% ini suhu di dalam beton lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu yang terjadi di permukaan beton karena pada saat ini tercapai kondisi optimum dari penambahan ban karet terhadap beton. Sehingga ketika terjadi kebakaran, ban karet dapat mencair dan menggantikan posisi air yang telah menguap. Oleh karena itu pada kondisi optimum 5% suhu di dalam beton dapat menjadi lebih rendah daripada suhu yang ada di permukaan beton dan keretakan yang terjadi di dalam beton dapat dikurangi.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Persiapan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan karakteristik material. Yang dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Teknik Sipil, Universitas Riau.

C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan benda uji mengacu pada standar yang telah ditetapkan di SNI 03-

6882-2002 dengan perbandingan semen : pasir : air adalah 1 : 2,75 : 0,5.

Material utama yang dibutuhkan adalah semen, pasir (agregat halus), dan air. Dengan campuran mortar komposisi serbuk karet 0%, 2,5%, dan 5% dari berat semen. Sebelumnya Karet ban bekas telah dicacah dan menjadi serbuk lolos saringan no.200

Pada Tabel 2 disajikan pembuatan mix design mortar untuk 6 sampel sebagai berikut:

Tabel 2 Mix desain campuran mortar

Persentase				
Serbuk karet	0%	2,5%	5%	
Semen	500	500	500	gram
Pasir	1375	1375	1375	gram
Air	242	242	242	ml
Serbuk karet	0	12,5	25	gram

C.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan mortar dilakukan setelah membuka cetakan. Pada waktu perawatan awal mortar direndam di dalam air selama 28 hari. Hal ini bertujuan untuk memberikan kesempatan terjadinya proses hidrasi secara sempurna, sehingga mortar memberikan nilai kuat tekan yang diinginkan. Setelah masa perawatan mortar, maka dilakukan pembakaran di dalam oven furnace. Sebelum dilakukan pengujian

C.3 Pengujian Mortar

Pengujian mortar dilakukan pada umur 28 hari. Mortar di dalam bak rendaman dikeluarkan dan dibiarkan kering oleh udara sebelum dibakar.

Pengujian mortar dilakukan setelah mencapai suhu ruang. Pemodelan suhu tinggi dilakukan dengan cara membakar

mortar selama 3 jam setelah suhu oven furnace mencapai masing-masing suhu 250°C, 500°C, dan 750°C.

Cara menggunakan oven furnace Vulcan A-550 untuk suhu 250°C, 500°C, dan 750°C, dimulai dengan menimbang berat mortar sebelum memasukkan ke dalam oven furnace. Kemudian, menghidupkan dan menaikkan suhu oven furnace yang diinginkan. Setelah menaikkan suhu, menghitung pembakaran mortar selama 3 jam. Selanjutnya menurunkan suhu oven furnace sebelum mematikan alat tersebut.



Gambar 2. Oven *furnace*

C.3.1 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beban mortar adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji mortar hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengukuran kuat tekan beton didasarkan pada SNI 03-1974-1990.

Adapun prosedur pengujian kuat tekan mortar yang pertama melakukan pembebanan dengan alat uji tekan sampai mortar menjadi pecah. Kemudian, mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian mortar.

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana:

- $f'c$ = kuat tekan (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas penampang (mm^2)

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Data hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Agregat Halus

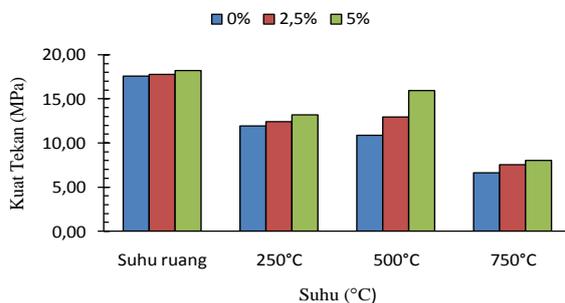
No.	Jenis pengujian	Hasil pengujian
1.	Modulus kehalusan	4,07
2.	Kadar air (%)	0,20
3.	Berat jenis (gr/cm^3)	
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,65
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,63
	d. <i>Absorption (%)</i>	1,42
4.	Berat volume	
	a. Kondisi padat	1,59
	b. Kondisi gembur	1,45
5.	Kadar organik	No.3
6.	Kadar Lumpur (%)	0,95

Secara keseluruhan agregat halus berkarakteristik baik dan memenuhi standar yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, penggunaan agregat halus tetap digunakan pada penelitian ini.

D.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 28 hari. Sebelum pengujian dilakukan, mortar dikeluarkan dari bak rendaman kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Untuk mortar yang dibakar pada oven *furnace* memiliki perlakuan hampir sama, lalu didinginkan ± 24 jam pada suhu ruang sebelum diuji. Pendinginan mortar setelah pembakaran

dilakukan di udara terbuka. Hal ini bertujuan untuk menjaga mortar agar tidak mengalami perubahan suhu yang ekstrem secara tiba-tiba. Pada Gambar 3. disajikan hasil pengujian kuat tekan mortar.



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Gambar 3. menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi pada pengujian suhu ruang adalah mortar campuran serbuk karet 5% yaitu 18,20 MPa. Kuat tekan tertinggi pada suhu 500°C adalah mortar serbuk karet 5% dengan nilai kuat tekan 15,92 MPa. Nilai ini masih lebih tinggi dari pada kuat tekan mortar rencana yaitu mortar tipe S dengan minimal kuat tekan 12,4 MPa.

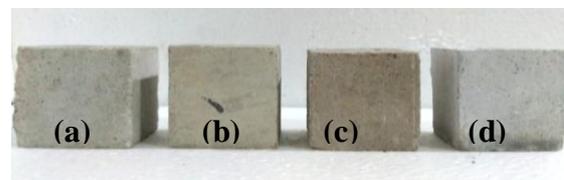
Mortar dengan penambahan serbuk karet 0% mengalami penurunan nilai kuat tekan seiring dengan bertambahnya suhu pembakaran pada mortar, hal ini disebabkan karena permukaan mortar serbuk karet 0% mengalami keretakan dan rekahan dibandingkan mortar serbuk karet 0% suhu ruang. Gambar 4.6 menyajikan pengaruh suhu pembakaran terhadap permukaan mortar 0%.



Gambar 4. Pengaruh suhu pembakaran terhadap permukaan mortar serbuk karet 0% suhu 750°C

Pada suhu 750°C, mortar dengan penambahan serbuk karet 0% berwarna keputihan dengan beberapa retak rambut. Berdasarkan Amiruddin (2012), tingginya temperatur dan lamanya waktu pemanasan menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan suatu material mortar dan tegangan geser dalam akibat perbedaan sifat termal antara semen dan agregat. Mortar yang terkena beban panas yang ekstrim mengalami pengelupasan, retak rambut, retak lebar, dan berubah warna sehingga dari pengamatan secara visual suhu yang dialami dapat diperkirakan.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar serbuk karet ban 0% dan 2,5% mengalami penurunan kekuatan >10% pada suhu 500°C dan 750°C, tetapi mortar serbuk karet ban 5% masih mampu bertahan dari mortar serbuk karet ban 0% dan 2,5%. Pengaruh peningkatan suhu terhadap permukaan mortar serbuk karet ban 5% disajikan pada Gambar 5. berikut



Gambar 4. 1 Pengaruh suhu pembakaran terhadap permukaan mortar serbuk karet 0% suhu 750°C

(a) suhu ruang (b) suhu 250°C (c) suhu 500°C (d) suhu 750°C

Pada penelitian ini persentase serbuk karet sebesar 5% merupakan variasi yang optimum sebagai pengganti semen pada suhu tinggi, sehingga memberikan nilai kuat tekan yang maksimum pada suhu 500°C dibandingkan dengan jenis mortar lainnya. Semakin banyak serbuk karet yang digunakan menghalangi terbentuknya

pasta sehingga ikatan antar agregat tidak sempurna.

E. PENUTUP

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap mortar OPC dengan bahan tambah serat karet yang dipanaskan pada suhu 250°C, 500°C dan 750°C selama 3 jam, menggunakan alat oven furnace dengan umur mortar 28 hari dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Waktu ikat pasta semen OPC dengan penambahan serbuk karet tidak mempengaruhi waktu ikat akibat dari serbuk karet yang tidak bereaksi dengan zat apapun.
2. Hasil pengujian kuat tekan mortar suhu ruang paling tinggi saat mortar suhu ruang adalah mortar OPC campuran serbuk karet 5% yaitu sebesar 18,2 MPa.
3. Kekuatan mortar dan perilakunya dipengaruhi oleh variasi temperatur, semakin tinggi suhu pembakaran maka kuat tekan akan berkurang. Namun dengan penambahan serbuk karet sebanyak 5% membuat mortar mempunyai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan tanpa penambahan serbuk karet yaitu sebesar 15,20 MPa.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, a. A. (2012). Studi penggunaan semen portland pozzolan terhadap karakteristik mortar akibat kenaikan suhu. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik Unhas*, 6, 1–10.
- Antonius. 2006. “Perubahan Perilaku Mekanis Beton Akibat Temperatur Tinggi 1.” 15(September): 117–26.
- ASTM C 270 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (2000).
- Edeskär. 2004. “Technical and Environmental Properties of Tyre Shreds Focusing on Ground Engineering Applications.” *Technology*.
- Kardos, Adam J, and Stephan A Durham. 2015. “Strength, Durability, and Environmental Properties of Concrete Utilizing Recycled Tire Particles for Pavement Applications.” *Construction & Building Materials* 98: 832–45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.065>.
- Putra, L. Ode. 2015. “Perilaku Lentur Beton Yang Menggunakan Limbah Ban Sebagai Agregat.”
- Olivia, M. 2013. “Kinerja Beton Berserat Karet Pada Suhu Tinggi.” 12(1): 12–15. Skariah, B., & Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1323–1333.
- SNI 03-1968-1990. 1990. “Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.” *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*: 1–17.
- SNI 03-6825-2002. (2002). Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–9.
- SNI 03-6882-2002. (2002). Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–8.
- SNI 15-2049-2004. 2004. “Semen Portland.” *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*: 1–132.
- Tjokrodinuljo, K. (2009). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada. <http://doi.org/10.1038/cddis.2011.1>