

# KUAT TEKAN MORTAR OPC ABU SEKAM PADI PADA SUHU TINGGI

Mirza Afrian<sup>1)</sup>, Monita Olivia<sup>2)</sup>, Zulfikar Djauhari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email: [Mirza.afrian@student.unri.ac.id](mailto:Mirza.afrian@student.unri.ac.id)

## Abstract

*This research examines the partial replacement of cement mortar with the OPC by rice husk ash as a binding material. Rice husk Ash (RHA) has used silica content of 90%. Compressive strength tests are carried out on the basis of the percentage of rice husk ash and its time variations of the treatment. Variation of rice husk ash used is 10%, 15%, and 20%. Samples were curing in water for 28 days before furnace with variations of temperature 250°C, 500°C, and 750°C for 3 hours. This research showed that a mixture of mortar with the replacement of the 15% rice husk ash cement against the OPC provides optimum results against compressive strength value, not only on the maintenance of room temperature but also at 250°C and 500°C. Compressive strength of all types of cement has increased at temperature of 250. The higher the replacement of cement by rice husk ash will weaken the compressive strength of mortar, but spalling and cracking doesn't happen on every OPC cement replacement by RHA.*

*Keywords: Cracking, high temperature, OPC, rice husk ash, spalling,*

## A. PENDAHULUAN

### A.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi beras tertinggi di Asia. Data Oktober 2015 orang Indonesia mengonsumsi beras hingga 114-129 kg/tahun/orang (FAO, 2015). Hal ini akan berdampak pada menumpuknya limbah sekam padi yang tidak diolah. Contohnya terjadi pada Kabupaten Kampar yang merupakan daerah penghasil padi terbesar di Provinsi Riau. Hasil sensus pertanian oleh Badan Pusat Statistik (BPS) (2013) menunjukkan bahwa produksi padi Provinsi Riau mencapai 581.517 ton/tahun dan menghasilkan limbah abu sekam sebesar 116.303 ton. Limbah sekam ini akan meningkat setiap tahunnya bila tidak diolah.

Abu sekam padi memiliki aktivitas *pozzolanik* yang sangat tinggi sehingga lebih unggul dari bahan pengganti sebagian semen lainnya seperti *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Abu sekam padi merupakan limbah dari pengolahan padi yang mengandung unsur dominan silika (SiO<sub>2</sub>) yaitu antara 86,90-97,30%. Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400-500°C menjadi silika *amorphous* dan pada suhu lebih besar dari 1.000°C akan menjadi silika kristalin. Konversi sekam padi menjadi abu silika setelah mengalami proses karbonisasi

juga merupakan sumber *pozzolan* potensial sebagai *supplementary cementitious material* (Bakri, 2005).

Meningkatnya penggunaan beton dan mortar juga menuntut kekuatan material tersebut dalam serangan terhadap suhu yang ekstrem. Tidak seperti kayu yang mudah terbakar pada suhu tertentu, beton dan mortar masih mampu menahan suhu yang relatif tinggi, namun tetap akan mengalami penurunan kekuatan. Semakin tinggi suhu yang diterima beton maka semakin tinggi pula resiko kerusakan yang akan dialami material tersebut.

Penambahan silika yang terkandung dalam abu sekam padi mampu mengisi pori dan rongga kosong pada mortar, sehingga mortar tahan terhadap paparan suhu yang tinggi. Hal ini karena kandungan silika abu sekam padi yang tinggi sehingga mampu mengikat agregat pada beton dan mortar. Hal ini telah dibuktikan pada penelitian AL-Majidi (2011) yang menyimpulkan bahwa semakin halus abu sekam padi yang dicampur dalam adukan beton akan meningkatkan aktifitas *pozzolanik* sehingga berfungsi sebagai *microfiller* dalam matriks beton tersebut.

## A.2 Tujuan

Untuk membuktikan pengaruh penggantian semen oleh abu sekam padi maka dilakukan pengujian dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengkaji kuat tekan yang terjadi pada mortar dengan penambahan abu sekam padi.
2. Menganalisis perubahan kuat tekan mortar dengan penambahan abu sekam padi setelah dibakar pada suhu 250°C, 500°C, dan 750°C selama 3 jam.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1 Mortar

Menurut SNI-03-6825-2002, mortar adalah campuran antara pasir kwarsa, air suling dan semen *portland* dengan komposisi tertentu. Menurut Tjokrodinuljo (2009) mortar adalah campuran yang terdiri dari pasir, bahan perekat serta air, dan diaduk sampai homogen. Pasir sebagai bahan bangunan dasar harus direkatkan dengan bahan perekat. Bahan perekat yang digunakan dapat bermacam-macam, yaitu dapat berupa tanah liat, kapur, semen merah (bata merah yang dihaluskan), maupun semen *potland*.

### B.2 Material Penyusun Mortar

#### B.2.1 Abu sekam padi

Abu sekam padi atau disebut *Rice Husk Ash* (RHA) adalah produk sampingan dari pembakaran sekam beras. Hasil pembakaran sekam padi ini dapat dimanfaatkan dalam campuran mortar sebagai pengganti semen. Penggunaan abu sekam padi pada komposit semen dapat memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangi biaya bahan, mengurangi dampak lingkungan limbah bahan, dan mengurangi emisi karbon dioksida (Chao-Lung *et al.*, 2011).

Variasi abu sekam padi yang sering digunakan berkisar antara 10-20%. Penggantian semen oleh abu sekam padi mampu mengurangi emisi karena abu sekam padi dikenal sebagai bahan yang ramah lingkungan. Pencampuran abu sekam padi dan semen yang optimal akan menghasilkan kualitas semen yang lebih baik, sehingga penggunaan semen dapat diminimalisir.



Gambar 1. Abu sekam lolos saringan no. 200

#### B.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm. Agregat halus yang digunakan sebaiknya adalah agregat yang telah memenuhi standar yang berlaku (ASTM C33,1982).

#### B.2.3 Air

Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari sejumlah minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan lainnya yang merusak mortar atau semua logam yang terdapat di dinding. Air tercemar yang digunakan dalam campuran mortar akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas beton dan merubah sifat-sifat mortar yang dihasilkan (SNI 03-6882-2002). Penggunaan air dalam proses pengadukan disesuaikan dengan Faktor Air Semen (FAS) yang sesuai agar mendapatkan nilai kuat tekan yang optimal.

#### B.2.4 Pengaruh peningkatan suhu pada mortar

Menurut Amiruddin (2012) mortar masih mampu mempertahankan karakteristiknya pada suhu 100°C selama pemanasan di jam pertama. Pada suhu 300°C menyebabkan penurunan kuat tekan mortar hingga 30% dari kekuatan normal. Kemudian pada suhu yang lebih tinggi (antara 300-1000°C) terjadi proses dekomposisi dan karbonasi yaitu terbentuknya kalsium oksida (CaO) yang berwarna merah jambu keputihan. Hal ini disebabkan oleh penguraian unsur CSH menjadi kapur bebas CaO, SiO<sub>2</sub>, dan uap air. Paparan terhadap panas yang sangat tinggi akan mengakibatkan perubahan kinerja material yang disebabkan akibat adanya perubahan sifat dari material tersebut. Jika mortar berada di lingkungan temperatur tinggi maka terjadi proses pembalikan yang disebut dehidrasi dan dekomposisi pada CSH dan Ca(OH)<sub>2</sub> dari senyawa aslinya C<sub>3</sub>S dan C<sub>2</sub>S dan seiring meningkatnya suhu dapat terbentuk

senyawa kalsium oksida (CaO) dan silika (SiO<sub>2</sub>).

Amiruddin (2012) juga menjelaskan bahwa benda uji yang dipanaskan hingga 600°C akan mengalami degradasi berupa pengurangan kekuatan yang cukup signifikan yang mungkin tidak akan kembali lagi (*recovery*) setelah proses pendinginan. Tingginya tingkat kehilangan kekuatan ditentukan oleh jenis material yang digunakan, tingkat keparahan pada proses pemanasan dan lama waktu pemanasan. Kemampuan mortar bertahan pada suhu tinggi hanya berkisar 0-1 jam. Tingkat keparahan dan lama pemanasan dapat dilihat dari bentuk fisik mortar setelah mengalami pemanasan.

## C. METODOLOGI PENELITIAN

### C.1 Persiapan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan analisis pendahuluan terhadap abu sekam padi (*rice husk ash*) dan analisa material yang digunakan. Analisis yang dilakukan terhadap abu sekam padi adalah analisis kandungan kimia untuk mengetahui karakteristik kimia dari abu sekam tersebut.

Analisis material yang dilakukan terhadap bahan pembuat mortar yaitu agregat halus (pasir) didapat melalui hasil dari pengujian karakteristik agregat halus, yaitu pengujian analisa saringan, pengujian berat volume, pengujian berat jenis, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, dan pengujian kadar organik agregat halus.

### C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan mortar abu sekam dengan dimensi 5x5x5cm. Pembuatan mortar dilakukan dengan 4 *mix design*. Variasi abu sekam padi yang digunakan yaitu 10%, 15%, dan 20% dari berat semen yang digunakan dalam satu kali pembuatan sampel.

Bahan-bahan penyusun mortar abu sekam diperoleh dengan perhitungan berdasarkan SNI 03-6825-2002 dan hasil dari *trial mix* untuk menentukan Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan *mixer*. Air, semen, dan abu sekam padi dimasukkan bergantian kemudian didiamkan selama 30 detik sebelum diaduk dengan kecepatan nomor 1. Kemudian pasir dimasukkan dan *mixer*

kembali diputar dengan kecepatan nomor 2 selama 1 menit. Mortar segar dibersihkan dari *mixer* kemudian dicetak ke dalam *mould* yang terbuat dari besi pejal secara bertahap sebanyak tiga lapisan. Setiap lapisan ditumbuk 32 kali lalu diratakan. Benda uji didiamkan selama ±24 jam sebelum dikeluarkan dari *mould*.

### C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian mortar abu sekam sesuai umur rencana yaitu 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan untuk mengetahui ketahanan. Setiap variasi memiliki 5 buah benda uji, kemudian data kuat tekan diolah dengan merata-ratakan kelima hasil benda uji tersebut.



Gambar 2. Pengujian kuat tekan mortar

## D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### D.1 Analisis Karakteristik Abu Sekam

Tabel 1. Komposisi kimia abu sekam

Parameter	% Berat
Silikon dioksida (SiO <sub>2</sub> )	88,96
Aluminium oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,48
Feroksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,24
Kalsium oksida (CaO)	1,31
Magnesium oksida (MgO)	0,68
Natrium oksida (Na <sub>2</sub> O)	0,07
Pottasium oksida (K <sub>2</sub> O)	1,18
Sulfur trioksid (SO <sub>3</sub> )	0,44
Kadar air	2,32

Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang, 2015

Dari tabel 1 diketahui bahwa abu sekam padi dari Air Tiris memiliki kandungan silika yang sangat tinggi, yaitu sebesar 88,96% dan baik digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Kandungan kimia abu sekam ini memperlihatkan bahwa abu sekam telah memenuhi syarat kimia pozzolan, sehingga

dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan mortar.

## D.2 Analisis Propertis Pasir

### D.2.1 Ukuran partikel pasir

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus diperoleh modulus kehalusan butiran sebesar 2,22. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat halus yaitu 1,5-3,8. Dari hasil pemeriksaan saringan agregat halus diperoleh gradasi butiran memenuhi batas-batas pada zona II. Dengan demikian agregat halus ini dapat digunakan sebagai material pembentuk mortar.

### D.2.2 Analisis kandungan lumpur pasir

Kadar lumpur agregat halus sebesar 2,34%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu < 5%. Lumpur yang ada pada permukaan agregat dapat mengurangi lekatan antara agregat dan pasta semen. Nilai kadar lumpur menandakan kandungan lempung atau kotoran pada agregat. Sehingga agregat ini bisa digunakan sebagai material pembentuk mortar.

### D.2.3 Analisis kandungan organik pasir

Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna nomor 3. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna nomor 2. Dari hasil tersebut agregat halus yang digunakan tidak mengandung organik yang tinggi sehingga layak untuk campuran mortar.

### D.2.4 Analisis kadar air pasir

Kadar air agregat halus sebesar 0,20% dan nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat yaitu 3-5%. Kadar air pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran adukan sesuai nilai fas.

### D.2.5 Analisis berat jenis dan berat volume pasir

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat jenis dan berat volume

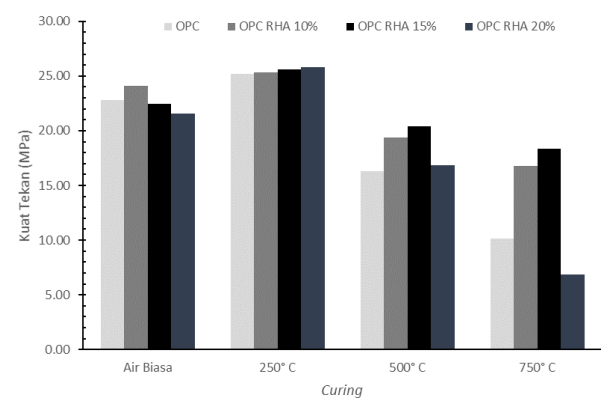
Analisis	Kondisi SSD	
Berat jenis	2,60	kg/dm <sup>3</sup>
Berat isi padat	1,67	kg/dm <sup>3</sup>
Berat isi gembur	1,51	kg/dm <sup>3</sup>

Hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan berat volume pasir telah memenuhi standar spesifikasi SNI 03-1970-1990 (berat jenis) dan SNI 03-4804-1998 (berat volume).

## D.3 Hasil Pengujian Mortar Abu Sekam

Pada Pengujian ini abu sekam padi berperan sebagai pengganti sebagian semen dengan persentase 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan mortar OPC abu sekam padi menunjukkan bahwa penggantian 15% semen mampu meningkatkan dan bertahan pada suhu 500°C dan 750°C. Variasi abu sekam padi tersebut merupakan yang paling optimum dibandingkan dengan kedua variasi lainnya.

Semakin tinggi penambahan abu sekam padi tidak serta merta mampu meningkatkan nilai kuat tekan mortar. Hal ini dibuktikan oleh Sitorus (2009) yang menyimpulkan bahwa penggunaan silika amorf secara berlebihan diatas 10% akan membawa dampak negatif yaitu dengan timbulnya reaksi alkali silika. Reaksi alkali silika merupakan reaksi antara kandungan silika aktif dalam bubuk silika dan alkali dalam semen. Reaksi ini membentuk suatu gel alkali-alkali yang menyelimuti butiran-butiran agregat. Gel tersebut dikelilingi oleh pasta semen dan akibatnya pemuaihan terjadilah tegangan internal, yang dapat mengakibatkan retak atau pecahnya pasta semen.



Gambar 3. Grafik hasil kuat tekan OPC dan OPC abu sekam padi di berbagai suhu perawatan

## E. SIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap mortar

OPC dan OPC RHA maka dapat diambil simpulan sebagai berikut.

1. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa penggantian sebagian semen oleh RHA akan meningkatkan ketahanan mortar terhadap suhu tinggi.
2. Variasi penggantian semen oleh RHA sebesar 15% memiliki nilai kuat tekan yang optimum dan mampu bertahan pada suhu 500°C dan 750°C.
3. Pada suhu 250°C mortar dengan berbagai jenis semen mengalami peningkatan kuat tekan dari kuat tekan normal dengan perawatan air biasa.
4. Penambahan RHA yang berlebihan tidak serta merta meningkatkan kuat tekan mortar.

## E.2 Saran

Berdasarkan hasil pengalaman penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium maka dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan yaitu.

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk berbagai macam fas, variasi abu sekam padi, suhu perawatan, lamanya pembakaran, dan reaksi kimia yang terjadi pada mortar dengan bahan tambah abu sekam padi.
2. Agregat yang akan digunakan sebagai material benda uji harus selalu dijaga agar saat proses pembuatan sampel agregat tersebut selalu sama spesifikasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- AL-Majidi, M. K. H. (2011). Effects of elevated temperatures on properties of concrete containing rice husk ash. *Researchgate*, 42, 516–522. <http://doi.org/10.1016/j.firesaf.2007.01.003>
- Amiruddin, a. A. (2012). Studi Penggunaan Semen Portland Pozzolan terhadap Karakteristik Mortar Akibat Kenaikan Suhu. *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik Unhas*, 6, 1–10.
- Bakri. (2005). Komponen kimia dan fisik abu sekam padi sebagai SCM untuk pembuatan komposit semen. *Jurnal Perennial*, 5(1), 9–14.
- BPS. (2013). Laporan hasil sensus pertanian 2013. *Jakarta:Badan Pusat Statistik*, 1, 1–30. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chao-Lung, H., Anh-Tuan, B. Le, & Chun-Tsun, C. (2011). Effect of rice husk ash on the strength and durability characteristics of concrete. *Construction and Building Materials*, 25(9), 3768–3772. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.009>
- FAO. (2015). *Food And Agriculture Organization Of The United Nations*.
- Sitorus, T. K. (2009). Pengaruh Penambahan Silika Amorf Dari Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanis Dan Sifat Fisis Mortar.
- SNI 03-1970-1990. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat halus. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–17.
- SNI 03-4804-1998. (1998). Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–6.
- SNI 03-6825-2002. (2002). Standar Nasional Indonesia 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 pemasangan. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–8.
- Tjokrodinuljo, K. (2009). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada. <http://doi.org/10.1038/cddis.2011.1>