

# Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton OPC dan OPC Abu Sekam Padi di Lingkungan Gambut

Yogie Pranata<sup>1)</sup>, Ismeddiyanto<sup>2)</sup>, Monita Olivia<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S1, <sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil

Laboratorium Teknologi Bahan Teknik Sipil Universitas Riau

Program Studi Teknik Sipil S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. H.R. Soebrantas KM. 12,5 Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru 28293

E-mail: yogie.pranata@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*The objective of the study is to investigate the mechanical properties of concrete with different replacement levels of Ordinary Portland Cement (OPC) by Rice Husk Ash (RHA). Two RHA replacement levels were considered in the study which is 5% and 10% by the weight of cement. After the specified initial curing period (28 days), specimens were immersed directly in peat water canal for 28 days. The mechanical properties was evaluated by measuring the compressive strength and tensile strength of the concrete specimens. The result shows that the compressive strength of OPC concrete is higher than OPC concrete using RHA as cementitious materials. A replacement level of 10% RHA in OPC concrete performs and shows better tensile strength than other replacements.*

**Keywords :** Mechanical properties, OPC, Rice Husk Ash (RHA), peat water

## 1. PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan daerah dengan luas lahan gambut terbesar di Pulau Sumatera yaitu mencapai 4,044 juta hektar atau 56,12% dari luas lahan gambut Pulau Sumatera (Wahyunto et al., 2004). Kondisi lahan yang didominasi oleh lahan gambut menyebabkan banyak pembangunan di Provinsi Riau dilaksanakan di atas lahan gambut, khususnya dibidang konstruksi struktur beton.

lahan gambut merupakan lingkungan tanah organik dengan kadar air tinggi, daya dukung rendah dan derajat keasaman tinggi (Olivia, 2015). Struktur beton di lingkungan asam rentan mengalami kerusakan jangka panjang akibat asam-asam organik dan non-organik. Paparan asam dari air gambut berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik beton, dimana paparan asam pada beton membuat pasta semen mengalami korosi sehingga dapat menimbulkan pengembangan volume beton (ekspansi), retak dan penurunan kekuatan beton (Asma et al., 2014).

Beton yang terpapar oleh air gambut akan mengalami kerusakan dan penurunan kekuatan beton. Hasil penelitian Hutapea (2010) dan Olivia et al (2014) menunjukkan bahwa kuat tekan mortar semen OPC semakin mengalami penurunan seiring bertambahnya umur mortar dalam rendaman asam sulfat dan air gambut. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Pradana (2016), dimana kuat tekan dan kuat tarik belah beton OPC yang terpapar air gambut hingga 120 hari mengalami penurunan yang signifikan.

Serangan asam pada beton akibat terpapar lingkungan agresif seperti lingkungan gambut dapat diantisipasi dengan menggunakan bahan pozzolan pada campuran beton. Pozzolan adalah bahan yang mengandung silika dan alumina yang reaktif apabila bersenyawa dengan kapur dan air yang akan meningkatkan kalsium hidrat (C-S-H) untuk memperkuat rekatan pada beton dan membentuk struktur yang lebih stabil (Nugraha & Antoni, 2007).

Abu sekam padi atau *Rice Husk Ash* (RHA) yang merupakan abu hasil pembakaran sekam padi menjadi salah satu bahan pozzolan potensial pada beton yang dapat mereduksi serangan agresif dari asam di lingkungan gambut. Abu sekam padi memiliki aktivitas pozzolanik yang sangat tinggi sehingga lebih unggul dibandingkan bahan pozzolan lainnya (Bakri, 2008). Hasil penelitian Chopra & Siddique (2015) menunjukkan bahwa penambahan persentase RHA 10% hingga 15% pada beton akan meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton seiring bertambahnya umur beton. Ednor (2017) juga membuktikan dalam penelitiannya bahwa kuat tekan mortar abu sekam padi mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton setelah direndam dalam air gambut. Sedangkan menurut Kishore et al (2011) dalam penelitiannya, kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton (7, 28 dan 90 hari), namun mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase RHA (5%, 10%, dan 15%).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus, dan komposisi kimia abu sekam padi (RHA) dan air gambut. Seluruh material berasal dari Kabupaten Kampar, Provinsi Riau yang terdiri dari material agregat kasar merupakan batu pecah yang diperoleh dari Sungai Kampar, material agregat halus merupakan pasir sungai yang diperoleh dari Sungai Kampar, Desa Teratak Buluh, dan abu sekam padi diperoleh dari Desa Air Tiris, serta air gambut berasal dari kanal air gambut di Desa Rimbo Panjang.

Adapun jenis pemeriksaan material agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan tertera pada Tabel 1. Pemeriksaan komposisi kimia abu sawit dilakukan dengan mengirim sebagian sampel abu sekam padi ke Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang. Sedangkan

pemeriksaan kandungan kimia air gambut dilakukan dengan mengirim sebagian sampel air gambut ke Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.

Tabel 1. Pengujian Material

Jenis Pengujian	Sumber
Kadar Lumpur	ASTM C 142
Berat Jenis	SNI 03-1970-1990
Kadar Air	SNI 03-1971-1990
Modulus	SNI 03-1968-1990
Kehalusan	SNI 03-1969-1990
Berat Volume	SNI 03-4804-1998
Ketahanan Aus	SNI 03-2417-1991
Kandungan Organik	SNI 03-2816-2014

### 2.2 Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji

Perencanaan campuran (*mix design*) pada penelitian ini mengikuti langkah perhitungan SNI 03-2834-1993 yang mengadopsi metode ACI 211.1-9 dengan mutu rencana K-250. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen adalah sebesar 5% dan 10% dari berat semen dalam beton. Hasil perhitungan komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi campuran untuk 1 m<sup>3</sup> beton

Material	Komposisi (kg/m <sup>3</sup> )
Semen	363,64
Air Normal	222,29
Agregat Kasar	981,85
Agregat Halus	770,37

Jumlah benda uji sebanyak 9 benda uji untuk setiap pengujian dengan jumlah benda uji sebanyak 3 benda uji untuk setiap variasi dan umur pengujian, yaitu 28 hari. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 105×210 mm untuk pengujian kuat tekan, dan pengujian kuat tarik belah berbentuk silinder dengan ukuran 150×300 mm.

## 2.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Pengujian dilakukan setelah benda uji direndam (*curing*) menggunakan air biasa selama 28 hari yang dilanjutkan di kanal gambut selama 28 hari.

### 2.3.1 Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dengan :

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan

### 2.3.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah beban yang diberikan pada beton tegak lurus sumbu bahannya. Menurut SNI 03-2491-2002 kuat tarik belah dari benda uji dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

dengan :

$f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)



Gambar 2. Pengujian Kuat Tarik Belah

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Material Agregat

Pengujian material agregat kasar dan halus untuk pembuatan beton dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat dalam perencanaan campuran (*mix design*) benda uji. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian material agregat kasar dan halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Standar Spesifikasi
<b>Agregat Kasar</b>			
1	Modulus Kehalusan	3,85	5 - 8
2	Berat Jenis		
	a. <i>Apparent specific gravity</i> (%)	2,64	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity (kering)</i>	2,52	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk specific gravity (SSD)</i>	2,56	2,58 - 2,83
	d. <i>Absorption</i> (%)	1,94	2 - 7
3	Kadar Air (%)	0,20	3 - 5
4	Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )		
	a. Kondisi Padat	1,50	1,4 - 1,9
	b. Kondisi Gembur	1,36	1,4 - 1,9
5	Ketahanan Aus (%)	32,32	< 40
<b>Agregat Halus</b>			
1	Modulus Kehalusan	4,07	1,5 - 3,8
2	Berat Jenis		
	a. <i>Apparent specific gravity</i> (%)	2,71	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity (kering)</i>	2,61	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,65	2,58 - 2,83
	d. <i>Absorption</i> (%)	1,42	2 - 7

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Standar Spesifikasi
3	Kadar Air (%)	0,20	3 - 5
4	Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )		
	a. Kondisi Padat	1,60	1,4 - 1,9
	b. Kondisi Gembur	1,46	1,4 - 1,9
5	Kadar Lumpur (%)	0,95	< 5
6	Kadar Zat Organik	No.3	≤ No.3

### 3.2 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (RHA)

Abu sekam padi yang diuji adalah 100% lolos saringan No.200. Hasil analisis komposisi kimia untuk abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) yang tinggi yaitu sebesar 86,89% sehingga memiliki sifat *pozzolanic* yang sangat reaktif. Sifat *pozzolanic* inilah yang dapat menyebabkan abu sekam padi dapat bereaksi dengan Ca(OH)<sub>2</sub> yang merupakan produk hidrasi semen dan air membentuk gel kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang dapat memperkuat rekatan pada beton dan membentuk struktur yang lebih stabil (Nugraha & Antoni, 2007). Adapun Kandungan komposisi kimia abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Komposisi kimia abu sekam padi

No.	Parameter	Komposisi (%)
1	SiO <sub>2</sub>	86,89
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,58
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,48
4	CaO	1,99
5	MgO	1,29
6	K <sub>2</sub> O	5,35
7	Na <sub>2</sub> O	0,82
8	SO <sub>3</sub>	0,71
9	Kadar Air	0,52

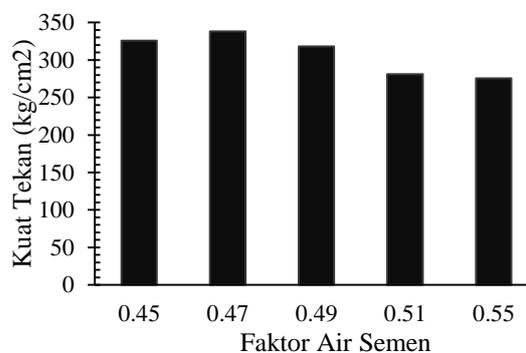
### 3.3 Hasil Trial Mix

Pada penelitian ini dilakukan *trial mix* untuk mendapatkan komposisi campuran optimal yang sesuai rencana.

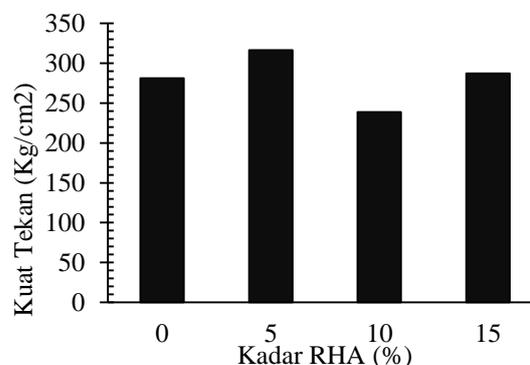
*Trial mix* ini terdiri dari trial Faktor Air Semen (FAS) dan trial persentase abu sekam padi (RHA) yang digunakan.

*Trial* FAS bertujuan untuk mendapatkan nilai FAS optimal yang menghasilkan mutu beton rencana K-250 dengan mencoba 5 variasi FAS, yaitu 0,45; 0,47; 0,49; 0,51 dan 0,55. Hasil *trial* menunjukkan bahwa FAS 0,55 memiliki nilai kuat tekan yang paling mendekati mutu beton rencana k-250 yaitu K-276.

*Trial* persentase abu sekam padi (RHA) bertujuan untuk memperoleh kadar abu sekam padi optimal yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton dengan mencoba 3 variasi yaitu 5%, 10% dan 15%. Hasil *trial* menunjukkan bahwa beton yang memiliki kuat tekan tertinggi yaitu beton dengan kadar RHA 5% dan 15%. Namun Kadar RHA 15% tidak dapat digunakan karena *workability* yang rendah atau sulit dalam pengerjaan. Hasil *trial mix* dapat dilihat pada grafik berikut.



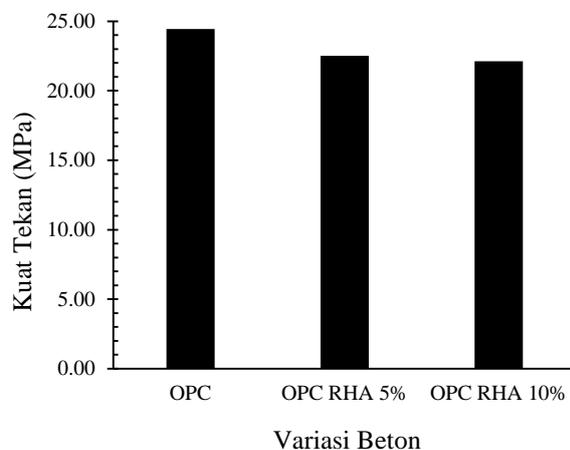
Gambar 3. Grafik hubungan FAS dengan Kuat Tekan Beton *Trial Mix*



Gambar 4. Grafik hubungan Kadar RHA dengan Kuat Tekan Beton *Trial Mix*

### 3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan merupakan pengujian yang bersifat merusak karena menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Besarnya gaya yang menekan suatu luasan benda uji beton disebut kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan setelah benda uji direndam (*curing*) pada air biasa selama 28 hari untuk mendapatkan kondisi matang beton yang kemudian dilanjutkan perendaman di kanal gambut selama 28 hari. Hasil kuat tekan beton tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



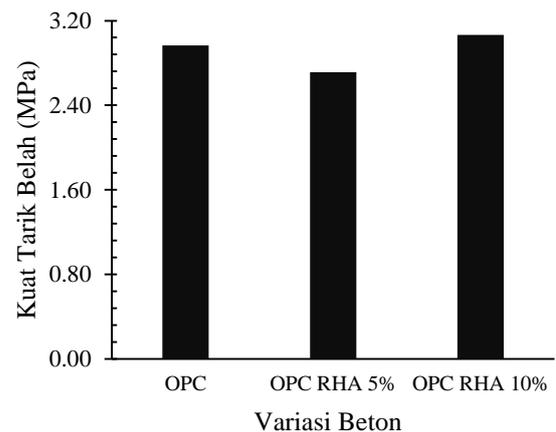
Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 5, hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan beton pada umur 28 hari seiring bertambahnya kadar abu sekam padi (RHA) sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton. Pada fase awal atau pada usia awal, penambahan abu sekam padi akan mengurangi jumlah semen yang digunakan, sehingga kalsium pada semen pun akan berkurang. Berkurangnya jumlah semen menyebabkan jumlah gel perekat juga akan berkurang. Abu sekam padi dapat menambah jumlah gel perekat pada beton karena sifat pozzolaniknya jika bereaksi dengan produk hidrasi semen berupa  $\text{Ca(OH)}_2$ . Namun, lambatnya proses reaksi pozzolanik pada abu sekam menyebabkan

pembentukan gel perekat kalsium silikat hidrat (C-S-H) pada beton juga melambat. Akibatnya, struktur beton akan berkurang kepadatannya yang menyebabkan penurunan kekuatan beton. Mehta & Monteiro (2006) menyatakan bahwa reaksi pozzolanik antara bahan pozzolan dengan kapur bebas ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) bersifat lambat sehingga perkembangan kekuatan beton akan bersifat lambat pula. Chao-lung et al (2011) juga menambahkan bahwa bahan pozzolanik akan mulai bereaksi setelah beton berusia 28 hari. Selain itu, lambatnya reaksi pozzolanik pada beton sebelum usia 28 hari, dapat dimanfaatkan oleh ion asam pada air gambut untuk bereaksi dengan  $\text{Ca(OH)}_2$  dan menyerang beton, sehingga dapat menurunkan kekuatan beton.

### 3.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik belah bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menanggung beban yang tegak lurus sumbu bahannya. Pengujian ini sama seperti pengujian kuat tekan, dilakukan setelah direndam (*curing*) pada air biasa selama 28 hari dan kanal gambut selama 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan hasil kuat tarik belah yang terlihat pada Gambar 6, kuat tarik belah beton dengan penambahan 10% abu sekam padi sebagai pengganti semen

menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi beton lainnya. Terjadi peningkatan sebesar 3,37%. Kecilnya nilai peningkatan ini disebabkan oleh lambatnya reaksi pozzolanik yang terjadi antara abu sekam dengan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) hasil hidrasi semen. Namun abu sekam padi tetap mampu menambahkan kekuatan beton walaupun tidak teralau signifikan terhadap serangan asam dari air gambut Beton OPC RHA 5% mengalami penurunan kuat tarik belah sebesar 8,54%. Penurunan nilai kuat tarik belah ini disebabkan reaksi asam yang lebih dominan dibandingkan dengan reaksi pozzolanik abu sekam padi. Asam pada air gambut bereaksi dengan kalsium hidroksida membentuk *ettringite* yang dapat melemahkan ikatan antar partikel beton, sehingga kuat Tarik belah mengalami penurunan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dapat mempengaruhi sifat beton terutama pada kuat tekan dan kuat tarik belahnya.
2. Kuat tekan beton OPC menunjukkan hasil paling tinggi dibandingkan dengan beton OPC dengan penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen, dan semakin besar kadar abu sekamnya maka akan semakin rendah kuat tekannya. Hal ini disebabkan karena reaksi pozzolanik pada abu sekam bersifat lambat.
3. Hasil kuat tarik belah beton menunjukkan peningkatan dan kemudian cenderung stabil setelah penambahan abu sekam padi, hal ini disebabkan reaksi pozzolanik ikut berperan serta meskipun lambat.

##### 4.2 Saran

1. Memperhatikan pemilihan agregat agar hasil uji karakteristik agregat

memenuhi standar yang telah ditentukan.

2. Diperlukan penambahan umur perawatan dan pengujian beton untuk mengetahui batas peningkatan kekuatan beton.
3. Dapat diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh abu sekam padi pada beton jika perawatan langsung pada lingkungan gambut dan dibandingkan dengan perawatan pada air normal.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Asma, K. C., Meera, C. M., & Prabhakaran, P. (2014). Effect of Mineral Admixtures on Durability Properties of High Performance Concrete.
- Bakri. (2008). Komponen Kimia dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM untuk Pembuatan Komposit Semen.
- 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*.
- Chopra, D., Siddique, R., & Kunal. (2015). Strength, Permeability and Microstructure of Self-Compacting Concrete Containing Rice Husk Ash. *Biosystems Engineering*.
- Ednor, M. (2017). Kuat Tekan dan Perubahan Berat Mortar Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) Di Lingkungan Air Gambut.
- Hutapea, U. (2010). Ketahanan Mortar di Lingkungan Asam dengan Berbagai Tipe Semen.
- Kishore, R., Bhikshma, V., & Jeevana Prakash, P. (2011). Study on Strength Characteristics of High Strength Rice Husk Ash Concrete. *Procedia Engineering*.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. . (2006). *Concrete Microstructure, Properties, and Materials*.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton : dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Olivia, M. (2015). Geopolimer Sebagai

Material Infrastruktur Berkelanjutan  
di Lingkungan Gambut.

- Olivia, M., Hutapea, U. A., Sitompul, I. R., Darmayanti, L., Kamaldi, A., & Djauhari, Z. (2014). Resistance of Plain And Blended Cement Exposed to Sulfuric Acid and Acidic Peat Water : A Preliminary Study.
- Pradana, T. (2016). *Sifat Mekanik dan Porositas Beton Semen OPC, PCC, dan OPC POFA Di Lingkungan Gambut*. Universitas Riau.
- SNI 03-1974-1990. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 03-2491-2002. (2002). Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
- Wahyunto, Ritung, S., Suparto, & Subagjo, H. (2004). *Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan*.