

# KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON OPC DAN OPC POFA DENGAN AIR PENCAMPUR GAMBUT MENGGUNAKAN BAHAN ADITIF

Ridho Rinanda<sup>1)</sup>, Monita Olivia<sup>2)</sup>, Edy Syaputra<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, <sup>3)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia,  
Laboratorium Bahan Bangunan 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  
Email : ridho.rinanda@student.unri.ac.id

## Abstract

*Peat water often used as concrete mixing water in areas that are difficult to get clean water. The characteristic of peat water are acidic and has low pH value, so it is not recommended to use as concrete mixing water because it can reduce the quality of concrete. Material of mineral like Palm Oil Fuel Ash (POFA) used in concrete mixture can improve the density and strength. Beside the addition of mineral materials, improvement of water quality concrete mixer can also improve the quality of concrete. The purpose of this research to quantify the compressive strength and porosity of the concrete where the concrete mixing water used is water that has been processed peat. The peat water treatment is acid neutralized by the alkaline additives. The pH value used as parameter to improve the quality of water by adding additives such as quicklime. The type of cement used in concrete mix OPC and OPC POFA 10%. Peat water in this research from Rimbo Panjang, Kampar and POFA comes from PT. Tarera Bangun Riau, PKS Perhentian Raja, Kampar regency. The result showed that the peat water's quality has been improved with addition of quicklime will produce the quality of concrete is better than the using peat water without repair.*

**Keywords :** *Physical properties, OPC, POFA (palm oil fuel ash), peat water, additive, quicklime, peat field condition.*

## A. PENDAHULUAN

### A.1 Latar Belakang

Air gambut adalah air yang berada di daerah permukaan gambut. Karakteristik air gambut biasanya mempunyai intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecoklatan), derajat keasaman (pH) rendah dan kandungan organik tinggi. Air gambut di Provinsi Riau bersifat asam karena memiliki derajat keasaman (pH) yang rendah (Ashari, 2011). Sifat asam air gambut sangat berpotensi menimbulkan kerusakan pada struktur beton. Senyawa asam yang bereaksi dengan beton berpotensi merusak selimut beton dan dapat menimbulkan penurunan kuat tekan.

Dalam pelaksanaan konstruksi sering kali keterbatasan air bersih sebagai campuran beton, hal ini menjadi masalah dan air gambut merupakan satu-satunya sumber air yang tersedia di sekitar wilayah ini. Meski tidak layak untuk digunakan

sebagai air pencampur beton, ternyata sering dijumpai para pekerja konstruksi di daerah-daerah terpencil memanfaatkan air gambut sebagai campuran beton. Penggunaan air yang tidak memenuhi syarat akan mengganggu proses hidrasi semen pada umur awal akibat serangan ion asam secara langsung.

Upaya yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah padat hasil pengolahan tandan buah dan cangkang kelapa sawit berupa abu yang sampai sekarang belum dimanfaatkan secara baik. Penggunaan campuran limbah agro-industri yang bersifat pozzolanik, seperti abu sawit (POFA) dapat meningkatkan ketahanan beton di lingkungan asam. Alternatif lain untuk menjaga ketahanan beton terhadap penggunaan air gambut sebagai pencampur yaitu dengan penambahan bahan aditif. Kita tahu bahwa kandungan air gambut memiliki tingkat keasaman yang

tinggi, hal ini mengakibatkan sifat fisik beton akan berkurang. Penelitian ini akan mengkaji lebih lanjut sifat fisik beton setelah perbaikan air pencampur gambut dengan penambahan zat aditif kapur tohor pada perbandingan tertentu dimana beton ini direndam langsung di lingkungan gambut. Sifat beton yang dikaji yaitu kuat tekan, waktu ikat, porositas, permeabilitas dan susut dengan menggunakan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan OPC POFA.

## A.2 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini antara lain:

1. Mengkaji kuat tekan pada umur 7, 28 dan 91 hari beton OPC dan OPC POFA dengan menggunakan air pencampur air keran dan air gambut yang di tambahkan aditif.
2. Mengkaji sifat fisik beton yaitu waktu ikat, porositas, permeabilitas dan susut yang menggunakan semen OPC POFA dengan pencampur air gambut yang telah ditambahkan variasi zat aditif yaitu kapur tohor dan tawas dengan perbandingan tertentu setelah perendaman di lingkungan gambut pada umur 7, 28, dan 91 hari.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1 Beton

Menurut (SNI 03-2847-2002, 2002), pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1-2%, pasta semen sekitar 25-40%, dan agregat sekitar 60-75% (Mulyono, 2005).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yaitu semen dan air disebut pengikat, sedangkan bahan yang pasif yaitu agregat halus dan agregat kasar disebut pengisi. (Tjokrodinuljo, 1996).

## B.2 Material Penyusun Beton

### B.2.1. Semen

Semen merupakan senyawa atau zat pengikat hidrolis terdiri dari senyawa C-S-H (Kalsium Silikat Hidrat) apabila bereaksi dengan air akan mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan kets.

### B.2.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar yang menempati 70 % dari volume beton atau mortar (Mulyono, 2005). Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (ASTM). Sedangkan agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (ASTM).

### B.2.3. Air

Air yang digunakan dalam untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik, atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum (Mulyono, 2004).

### B.2.4. Material Tambahan

Mineral tambahan adalah bahan lain selain air, agregat, dan semen hidrolis yang ditambahkan ke campuran beton sebelum atau selama proses pencampuran. Penggunaan mineral tambahan ini memberika efek tertentu pada campuran beton termasuk peningkatan mutu, percepatan atau memperlambat *setting time*, meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat, dan meningkatkan *workability*.

### B.3 Abu Sawit (*palm oil fuel ash*)

Abu sawit disebut juga dengan *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) merupakan sumber silika dari hasil pembakaran limbah padat yang digunakan sebagai penghasil listrik dan tenaga uap pada pabrik sawit (Khalil et

al., 2013). Penggunaan POFA yang merupakan limbah industri sebagai pozzolan baru pengganti semen, mengurangi biaya pembuatan beton, mengatasi masalah lingkungan, dan mengurangi lahan tempat untuk pembuangan POFA (Tangchirapat *et al.*, 2009).

#### **B.4 Lingkungan Agresif**

Air gambut merupakan air permukaan dari tanah bergambut, dengan ciri-ciri berwarna coklat, bersifat asam dengan pH 3-5. Mineral asam biasanya sering ditemukan dalam air tanah secara alami seperti di daerah rawa, yaitu *sulfuric acid*. *Sulfuric acid* ini dapat menyebabkan korosi tulangan beton dan juga menyerang beton itu sendiri. Berdasarkan *ACI Guide to Durable Concrete* tahun 1992, tanah gambut dapat mengandung *iron sulfide (pyrite)* yang selama oksidasi menghasilkan *sulfuric acid*.

Pada penelitian ini air gambut yang digunakan memiliki  $\text{pH} = 3,85 \approx 4$  termasuk kategori serangan asam XA3 yaitu lingkungan agresif kimia tinggi.

#### **B.5 Zat Aditif (Kapur Tohor)**

Air gambut merupakan air permukaan dari tanah bergambut, dengan ciri-ciri berwarna coklat, bersifat asam dengan pH 3-5. Mineral asam biasanya sering ditemukan dalam air tanah secara alami seperti di daerah rawa, yaitu *sulfuric acid*. *Sulfuric acid* ini dapat menyebabkan korosi tulangan beton dan juga menyerang beton itu sendiri. Berdasarkan *ACI Guide to Durable Concrete* tahun 1992, tanah gambut dapat mengandung *iron sulfide (pyrite)* yang selama oksidasi menghasilkan *sulfuric acid*.

### **C. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **C.1 Pemeriksaan Karakteristik Material**

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, dan komposisi kimia POFA (*palm oil fuel ash*). Untuk semen tidak

dilakukan pengujian karakteristik karena telah memenuhi standar uji (ASTM C150-07) untuk semen portland. Material yang digunakan adalah semen *ordinary portland cement (OPC)* produksi PT. Semen Padang, agregat kasar asal Tratak Air Hitam, Pekanbaru kemudian agregat halus asal Sungai Kampar, Riau. Abu sawit (POFA) yang digunakan berasal dari PKS PT. Bangun Terera Riau, Kampar. Air gambut yang digunakan sebagai campuran dan perendaman berasal dari Rimbo Panjang, Pekanbaru, dengan nilai pH 3 - 4.

Pemeriksaan agregat kasar dan halus terdiri berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat volume, abrasi *los angeles*, kadar lumpur dan kadar organik. Pemeriksaan komposisi kimia POFA dilakukan dengan mengirim sebagian sampel ke Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang

#### **C.2 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan persiapan bahan dan alat yaitu persiapan semen OPC, POFA, agregat kasar dan halus, air gambut dan zakt aditif kapur tohor, kemudian tahapan pengujian bahan yaitu pengujian komposisi POFA, pengujian properties agregat dan uji kualitas air, kemudian tahapan perbaikan air gambut yaitu pencampuran air gambut dengan aditif. Selanjutnya perencanaan komposisi job mix, lalu pembuatan benda dan perendaman benda uji uji setiap pengujian yaitu sampel pengujian kuat tekan, permeabilitas, porositas dan susut. Tahapan selanjutnya mendapatkan hasil pengujian, pembahasan dan kesimpulan.

#### **C.3 Tahap Pengujian**

Pada tahap ini dilakukan pengujian beton sesuai umur rencana 28 hari dengan menggunakan air gambut sebagai air pencampur beton. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan, porositas.

## D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### D.1 Analisis Karakteristik Air Gambut

Air gambut yang digunakan sebagai air pencampur dan untuk perawatan beton dalam Penelitian ini berasal dari daerah Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar, Riau.

Pengujian kandungan digunakan untuk mengetahui karakteristik air gambut di lokasi penelitian. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Universitas Riau. Hasil pengujian air gambut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Air Gambut Rimbo Panjang, Kampar, Riau

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	pH	-	4,89
2.	Klorida (Cl)	ppm	28,4
3.	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	ppm	1020

Sumber: Laboratorium Teknik Kimia UR

Indikator utama dalam Penelitian ini adalah derajat keasaman (pH) air gambut. Derajat keasamaan (pH) air gambut tidaklah tetap, tetapi dapat berubah sesuai kondisi cuaca dan faktor lain yang mempengaruhinya. Berdasarkan Tabel 1. Hasil Pengujian air gambut memperoleh nilai derajat keasaman (pH) sebesar 4,89.

Hal ini menunjukkan air gambut tidak memenuhi syarat air minum dan air gambut bersifat asam yang dapat merusak beton. Sulfat dalam air gambut dapat mengakibatkan kerusakan pada beton. Klorida dalam air gambut mengakibatkan korosi baja dalam beton.

### D.2 Analisis Karakteristik Abu Sawit

Indikator utama dalam Penelitian ini adalah derajat keasaman (pH) air gambut. Derajat keasamaan (pH) air gambut tidaklah tetap, tetapi dapat berubah sesuai kondisi cuaca dan faktor lain yang mempengaruhinya. Berdasarkan Tabel 1. Hasil Pengujian air gambut memperoleh nilai derajat keasaman (pH) sebesar 4,89. Hal ini menunjukkan air gambut tidak

memenuhi syarat air minum dan air gambut bersifat asam yang dapat merusak beton. Sulfat dalam air gambut dapat mengakibatkan kerusakan pada beton. Klorida dalam air gambut mengakibatkan korosi baja dalam beton.

Tabel 2. Komposisi Kimia Abu Sawit PKS PT. Bangun Terera Riau

No	Senyawa	Satuan	Hasil Uji
1.	SiO <sub>2</sub>	%	46,68
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	13,87
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,82
4.	CaO	%	8,79
5.	MgO	%	5,82
6.	Na <sub>2</sub> O	%	0,03
7.	K <sub>2</sub> O	%	2,17
8.	MnO	%	0,07
9.	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	7,75
10.	SO <sub>3</sub>	%	1,12
11.	Cu	%	0,02
12.	Zn	%	0,02
13.	Kadar air	%	3,78

Sumber: Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang.

Tujuan pemeriksaan komposisi abu sawit (POFA) untuk mengetahui kadar senyawa pozzolanik yang terkandung dalam abu POFA yang digunakan sebagai substitusi sebagian semen dalam campuran beton.

Menurut ASTM C-618, kandungan SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang termasuk dalam kategori untuk dijadikan pozzolan dalam campuran beton adalah sebesar >50% untuk kelas C serta >70% untuk kelas F dan N. Dari Tabel 1 diketahui hasil pengujian diperoleh jumlah SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah 61,37% (>50%) serta kandungan SO<sub>3</sub> yaitu 1,12%, dimana bisa dikategorikan sebagai pozzolan kelas C. peneliti membuat beton dengan variasi POFA sebesar 10% sebagai pengganti sebagian semen.

### D.3 Analisis Karakteristik Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar dan halus yang akan di pakai dalam campuran beton. Agregat kasar berasal dari Air Hitam, Pekanbaru dan agregat halus dari Sungai Kampar, Riau.

Tabel 3. Karakteristik Agregat Kasar

No.	Jenis pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar spesifikasi
1.	Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,63	2,5-2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,52	2,5-2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,56	2,5-2,7
	d. <i>Absorption (%)</i>	1,57	<4
2.	Kadar air (%)	0,25	3-5
3.	Modulus kehalusan	4,31	5-8
4.	Keausan (%)	34,44	<40
5.	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,52	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,33	>1,2

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini memiliki gradasi ukuran butiran maksimum 40 mm. Apabila ukuran butiran agregat sama besar maka volume pori agregat akan besar. Namun, jika ukuran butirannya bervariasi maka volume pori akan kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori menjadi sedikit dan akan membutuhkan bahan pengikat yang sedikit. Sedangkan modulus kehalusan butiran adalah 4,31, dan tidak masuk dalam standar spesifikasi agregat kasar yaitu 5-8. Berdasarkan pengujian berat jenis, berat jenis yang digunakan adalah berat jenis *saturated surface dry* (SSD) didapat berat jenis agregat Air hitam, Pekanbaru masih masuk dalam standar spesifikasi agregat halus 2,5 - 2,7. Hasil pemeriksaan agregat (*absorption*) 1,57%. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat yaitu <4%.

Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar didapat bahwa volume agregat kasar yaitu 1,52 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi padat dan 1,33 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat halus ini memenuhi standar spesifikasi berat volume >1,2 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar ini tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 0,25 % dengan rentang 3-5 %. Hasil pemeriksaan ketahanan agregat dengan mesin *Los Angeles* adalah gradasi B dengan ketahanan agregat sebesar 34,44 %. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ketahanan aus agregat yaitu < 40 %.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini masuk dalam spesifikasi daerah IV yaitu pasir agak halus. Sedangkan modulus kehalusan butiran adalah 3,98 tidak masuk dalam *finesess modulus* agregat halus yaitu 1,5-3,8.

Tabel 4. Karakteristik Agregat Halus

No.	Jenis pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standar spesifikasi
1.	Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	2,64	2,5 - 2,7
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,58	2,5 - 2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60	2,5 - 2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	0,81	< 2
	d. <i>Absorption (%)</i>		
2.	Kadar Lumpur (%)	1,41	0,2 - 6
3.	Kadar air (%)	0,4	3 - 5
4.	Modulus kehalusan	3,98	1,5 - 3,8
5.	Kadar organik	No. 2	< No. 3
6.	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,61	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,51	>1,2

Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus didapat yaitu 1,61 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi padat dan 1,51 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat halus ini memenuhi standar spesifikasi berat volume >1,2 gr/cm<sup>3</sup>.



Kadar lumpur atau kotoran agregat Sungai Kampar memenuhi standar spesifikasi yaitu 1,41% sedangkan standarnya 0,2%-0,6%. Pemeriksaan kadar air yang dilakukan, diketahui bahwa kadar air agregat halus Sungai Kampar yaitu 0,4%. Hasil pengujian kadar air agregat halus ini tidak memenuhi standar spesifikasi 3%-5%. Dengan demikian perlu penambahan atau pengurangan air dalam campuran beton. Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah wadna No.2. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu <No.3. Hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan kadar organik yang terkandung tidak tinggi sehingga bagus untuk campuran beton.

#### D.4 Hasil Pengujian

##### D.4.1. Pengujian pH Air Gambut

Tingkat pH yang dicapai dengan penambahan 0,05 gram aditif kapur tohor pada seribu ml air gambut yaitu dari 3,37 meningkat menjadi 7,21. Trial uji kekuatan campuran air gambut dengan pH yang sudah normal dengan memberikan perlakuan berbeda pada sampel pengujian kuat tekan mortar umur 7 hari.

Variasi perlakuan perbaikan air gambut pada sampel mortar dalam trial ini yaitu:

- Air gambut tanpa penambahan kapur tohor sebagai kontrol, nilai pH 3,37
- Air gambut dengan penambahan kapur tohor tanpa diendapkan, nilai pH 7,21
- Air gambut dengan penambahan kapur tohor diendapkan selama 30 menit, nilai pH 7,67.

Untuk Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor pada air gambut, dilakukan trial dengan berbagai perlakuan terhadap air pencampur mortar pada pengujian kuat tekan umur 7 hari.

Perencanaan campuran mortar yang berdasarkan ASTM C 109 dan SNI 03-6825-2002 menetapkan komposisi mortar dengan perbandingan semen, pasir dan air adalah 1:2,75:0,5. Untuk setiap 6 *specimens* ukuran 5x5x5 cm dibutuhkan 500 gr semen, 1375 gr pasir dan 275 ml air.

Berdasarkan variasi perlakuan dan jumlah sample yang akan dibuat maka perhitungan kebutuhan pasir, semen dan air yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Karakteristik Agregat Halus

No	Kebutuhan Material				Total Sampel	Perlakuan Air Pencampur
	Semen OPC (gr)	Pasir (gr)	Air Gambut (ml)	Kapur (mg)		
1	250	687,5	137,5	0	3	Tanpa Kapur (Kontrol)
2	250	687,5	137,5	6,875	3	Dilarutkan tanpa diendapkan
3	250	687,5	137,5	6,875	3	Dilarutkan dengan pengendapan

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat kebutuhan material setiap variasi perlakuan air pencampur dalam pembuatan sampel mortar.

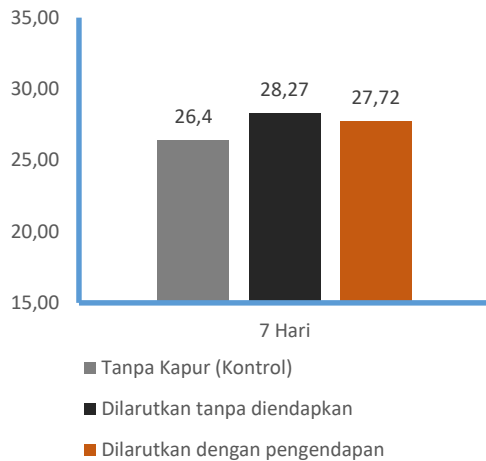
Pembuatan sampel mortar masing-masing perlakuan berjumlah 3 sampel. Berikut data hasil pengujian kuat tekan mortar pada umur 7 hari sesuai variasi perlakuan air pencampur dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Kuat Tekan Mortar 7 hari

Perlakuan Campuran Air Gambut + Kapur	pH Air	Berat Sampel (gr)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
			kN	Mpa	
Tanpa Kapur (Kontrol)	3,37	272	66	26,4	26,40
		266	67	26,8	
		273	65	26	
Dilarutkan tanpa diendapkan	7,21	270	67	26,8	28,27
		272	79	31,6	
		270	66	26,4	
Dilarutkan dengan pengendapan	7,67	275	68	27,2	27,73
		279	68	27,2	
		278	72	28,8	

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat perlakuan yang memiliki kuat tekan mortar tertinggi yaitu dengan perlakuan air

pencampur dengan penambahan kapur tohor dilarutkan tanpa diendapkan 28,27 Mpa. Hal ini akan menjadi rujukan dalam pembuatan sampel beton yaitu dengan perilaku pencampuran kapur tohor tanpa diendapkan. Kuat tekan mortar umur 7 hari dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kuat Tekan Mortar Umur 7 Hari

#### D.4.2. Uji Kebutuhan Kapur Tohor

Uji kebutuhan kapur tohor dilakukan dengan melakukan penambahan kapur tohor setiap 10 mg dalam 1000 ml air gambut. Pengukuran dilakukan sesaat setelah kapur tohor dimasukkan ke dalam air gambut dan di aduk beberapa menit. Pengukuran pH air gambut menggunakan alat pH meter dapat dilihat pada gambar 2.



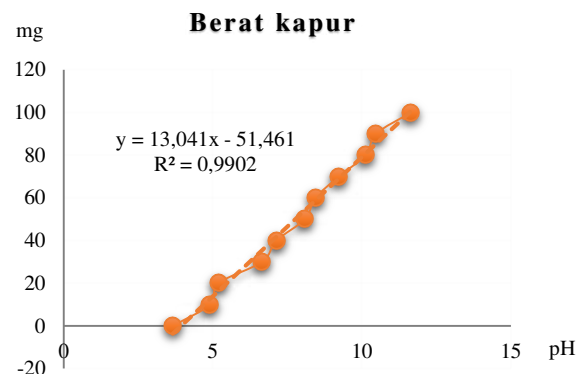
Gambar 2. Pengukuran Nilai pH Air Gambut

Jumlah optimum yang diperoleh dari trial adalah 39,5 mg/liter air gambut. Perubahan nilai pH air gambut dengan penambahan kapur tohor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Nilai pH Air Gambut

Berat kapur (mg)	pH
0	3,66
10	4,91
20	5,19
30	6,65
40	7,14
50	8,09
60	8,45
70	9,23
80	10,13
90	10,48
100	11,65

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat penambahan kapur setiap 10 mg, dapat menaikkan nilai pH air gambut, sehingga dapat dibuatkan persamaannya. Hubungan berat kapur dengan nilai pH air gambut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Kapur Dengan Nilai pH

Hasil Gambar 3 menunjukkan hubungan linier antar nilai pH air gambut dengan berat kapur tohor yang ditambahkan. Dari data di atas didapatkan persamaan garis yaitu  $y = 13,041x - 51,461$ . Untuk menghitung kebutuhan berat kapur untuk mendapatkan nilai pH air gambut 7 dapat menggunakan persamaan ini.

#### D.4.3. Pengujian Kuat Tekan

Proses pembuatan beton menggunakan campuran air biasa dan air gambut dan proses *curing* dilakukan pada umur 28 hari setelah di rendam di air biasa dan di lingkungan gambut (kanal gambut). Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 10,5 cm dan tinggi 21 cm dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Benda Uji Kuat tekan

Perawatan benda uji dilaksanakan dengan tujuan agar proses hidrasi semen berjalan secara sempurna. Proses *curing* benda uji pada lingkungan gambut bersifat *cast in situ* atau tidak perlu menunggu benda uji matang terlebih dahulu selama 28 hari tetapi setelah sampel cetakan dibuka, sampel langsung direndam di lingkungan gambut daerah Rimbo Panjang, Kab. Kampar.

Proses *curing* benda uji pada air biasa digunakan sebagai kontrol dan dilaksanakan di Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Universitas Riau. Perawatan 28 hari ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi beton semen OPC\_N dan beton semen OPC POFA\_GN direndam di air biasa kemudian untuk beton semen OPC\_GA dan beton semen OPC POFA\_GA di rendam di lingkungan gambut. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No.	Jenis Beton	Berat (kg)	Kuat Tekan (MPa)
1.	OPC_N	4,59	23,56
2.	OPC POFA_GN	4,62	25,91
3.	OPC_GA	4,80	23,16
4.	OPC POFA_GA	4,57	26,30

Berdasarkan pada Tabel 8 hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa beton menggunakan campuran air biasa rendam air biasa dan campuran air gambut+kapur

tohor rendam air gambut cenderung mempunyai kuat tekan yang relatif sama. Pada umur 28 hari beton OPC air gambut+kapur tohor yang direndam di lingkungan gambut mempunyai kuat tekan sedikit mengalami penurunan dibanding dengan OPC Normal. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur 28 hari reaksi yang terjadi dari unsur-unsur kimia di lingkungan gambut bahkan senyawa-senyawa ataupun kadar organik dari lingkungan asam tersebut dapat menurunkan mutu beton. Sedangkan OPC POFA yang direndam di lingkungan gambut mempunyai kuat tekan sedikit lebih rendah dibanding OPC POFA di rendam di air biasa.

Pada perendaman air biasa menunjukkan pemakaian sebagian POFA10% mempunyai kuat tekan diatas OPC Normal. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi pozzolanik dari POFA tersebut pada umur 28 hari sangat cepat. Menurut Amalia (2009) Tinggi nya kuat tekan dipengaruhi oleh rendahnya kadar  $Fe_2O_3$  yang terkandung di dalam *palm oil fuel ash* (POFA), Senyawa ini tidak membahayakan bagi semen tetapi apabila jumlahnya sedikit akan mempercepat pengerasan semen.

#### D.4.4. Pengujian Porositas

Porositas adalah besarnya persentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada beton dan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan beton. Pori-pori beton biasanya berisi udara atau air yang saling berhubungan dan dinamakan kapiler beton. kapiler beton akan tetap ada walaupun air yang digunakan telah menguap, sehingga kapiler ini mengurangi kepadatan beton yang dihasilkan. Dengan bertambahnya volume pori maka nilai porositas juga akan semakin meningkat dan hal ini memerikan pengaruh buruk terhadap kekuatan beton. Pada penelitian ini, silinder dengan diameter 10 cm, tinggi 10 cm, dan lebar 10 cm sebagai benda uji.



Tabel 8. Hasil Pengujian Porositas 28 hari

No	Jenis Beton	Porositas (%)
1	OPC_N	10,92
2	OPC POFA_GN	10,77
3	OPC_GA	9,27
4	OPC POFA_GA	7,28

Berdasarkan Tabel 7 porositas beton OPC\_GA setelah perendaman 28 hari di air gambut lebih rendah dari beton normal OPC\_N setelah perendaman 28 hari di air normal dan beton OPC POFA\_GA setelah perendaman 28 hari di air gambut memiliki porositas lebih rendah dari normal OPC POFA\_GN setelah perendaman 28 hari di air biasa. Beton dengan perbaikan air gambut dengan penambahan aditif memiliki porositas yang kecil dibandingkan beton normal. Daya ikat semen yang semakin kecil ini disebabkan karena kapur yang tinggi akan mempersulit dalam proses hidrasi. Porositas beton OPC dengan penambahan POFA dan kapur tohor lebih rendah karena pozzolan, senyawa silikat dan batu kapur yang terkandung dalam semen membuat beton ini lebih kedap.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Kesimpulan

1. Kuat tekan mortar tertinggi yaitu perlakuan air pencampur dengan penambahan kapur tohor dilarutkan tanpa diendapkan.
2. Menghitung kebutuhan berat kapur untuk mendapatkan nilai pH air gambut 7 dapat menggunakan persamaan ini  $y = 13,041x - 51,461$  yang didapatkan dari data-data pengujian pH air gambut.
3. Beton menggunakan campuran air biasa rendam air biasa dan campuran air gambut+kapur tohor rendam air gambut cenderung mempunyai kuat tekan yang relatif sama. Sedangkan OPC POFA yang direndam di lingkungan gambut mempunyai kuat tekan sedikit lebih rendah dibanding OPC POFA di rendam di air biasa.

### E.2 Saran

1. Pada saat pembuatan sampel disarankan untuk setiap benda uji diberi perlakuan yang sama agar tidak terjadi perbedaan antar beton.
2. Perlu dilakukan penambahan umur rendaman beton untuk mengetahui pengaruh asam dan pengaruh POFA lebih lanjut terhadap ketahanan beton di lingkungan gambut.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 201. (2008). *201.2R-08 Guide to Durable Concrete. Concrete.*
- Amalia. (2009). *Studi eksperimental perilaku mekanik beton normal dengan substitusi limbah debu pengolahan baja.*
- Antoni; Nugraha P. (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi.* Yogyakarta: Andi.
- Ashari, F. (2011). *Variasi Ketebalan Lapisan dan Ukuran Butiran Media Penyaringan pada Biosand Filter untuk Pengelolaan Air Gambut.* Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- ASTM C 618. (2010). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use. *Annual Book of ASTM Standards*, 04(September), 3–6.
- ASTM C-150. (1994). *Standard specification for Portland cement.* ASTM International (Vol. 552). Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84880753227&partnerID=tZOtx3y1>
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan

- Sumber Daya Pertanian (BB Litbang SDLP). (2011). PETA LAHAN GAMBUT INDONESIA Skala 1:250.000, 11.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology*.
- Olivia, M., Hutapea, U. A., Sitompul, I. R., Darmayanti, L., Kamaldi, A., & Djauhari, Z. (2014). Resistance of Plain and Blended Cements Exposed To Sulfuric Acid Solution and Acidic Peat Water : a Preliminary Study, 1434–1437.
- Pradana, T. (2016). KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON SEMEN OPC, PCC, DAN OPC POFA DI LINGKUNGAN GAMBUT, 63(9), 1–7.  
<http://doi.org/10.7498/aps.63.094206>
- SNI 03-1972-1990. (1990). *Metode Pengujian Slump Beton*.
- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, 2–6.
- SNI 1973:2008. (2008). Cara uji berat isi , volume produksi campuran dan kadar udara beton.