

POROSITAS BETON *HIGH VOLUME FLY ASH* (HVFA) DI AIR GAMBUT

Ika Qoriah Nursuci¹⁾, Ismeddiyanto²⁾, 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: ika.qoriah@student.unri.ac.id

Abstract

This study aims to examine the porosity of concrete with the use of fly ash as a substitute for a large portion of cement (HVFA). Ordinary Portland Cement (OPC) specimen is used as a control of HVFA concrete. The content of pozzolanic material in HVFA concrete is 45% of fly ash. Fly Ash (FA) contained in HVFA concrete in this study had a variation of 50% by weight of cement. After the concrete was released from the mold, OPC and HVFA concrete was cured by soaking it normal water for 28 days. Then, the specimen is was removed and soaked again in peat water for ages 7 and 28 days. When concrete reached their respective ages, porosity testing was carried out on concrete. The results shared that the porosity of OPC immersed in peat water was 17.35% higher than that of immersed in normal water. The increase of porosity on OPC specimen was do the attack of acid contained in peat water which made the specimen became porous and increased its porosity value. On the other hand, HVFA specimen was more resistant to peat water. This was indicated by a decrease in the porosity value of 19.83%. HVFA specimen contained large amounts of FA, the pozzolanic FA makes concrete more resistant to the peat environment and neutralizes the impact of peat on specimen.

Keywords: Porosity, fly ash (fly ash), HVFA, peat water.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan gambut merupakan lingkungan yang dapat digolongkan lingkungan asam karena mengandung senyawa-senyawa asam yang cukup tinggi serta memiliki nilai derajat keasaman (pH) yaitu berkisar antara 3-5 (Mubekti, 2011). Lingkungan gambut adalah salah satu lingkungan asam memiliki intensitas warna tinggi (coklat kemerahan), pH rendah, kandungan zat organik tinggi, kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi rendah dan tingkat kesadahan yang rendah (Pandiangan *et al.*, 2014). Karakteristik kimia lahan gambut di Indonesia sangat ditentukan dengan

kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral di dasar gambut. Kandungan mineral gambut di Indonesia umumnya kurang dari 5% dan sisanya adalah zat organik. Air gambut merupakan satu sumber air permukaan yang cukup banyak dijumpai di daerah sumatera. Air gambut biasanya terletak di daerah yang berawa, yang memiliki warna merah kecokelatan yang mengakibatkan tingginya kandungan zat organik terlarut terutama dalam bentuk derajat keasaman. Air gambut memiliki kandungan kimia yang akan membuat beton mudah tergradasi, air gambut mengandung sifat kimia seperti magnesium, sulfat, minyak lemak, klorida dan ammonium. Air gambut yang memiliki tingkat keasaman (pH) antara 3-5

ternyata meningkatkan kuat tekan beton pada umur 7 hari dan menurun pada umur 28 hari dan 91 hari. Pada penelitian (Fadillah, 2017) menunjukkan beton OPC dengan campuran POFA pada 28 hari terpapar di lingkungan gambut kuat tekan menurun, sedangkan beton OPC dengan campuran POFA pada air biasa kuat tekan naik.

Secara umum Provinsi Riau terdiri dari lahan gambut sebesar 3.867.413 ha dari total lahan gambut di Pulau Sumatera (Sukarman, 2014). Lahan gambut merupakan lingkungan tanah organik dengan kadar air tinggi, mempunyai daya dukung rendah dan derajat keasaman yang tinggi. Lingkungan asam ini memiliki tingkat keasaman sekitar pH 3-5 (Mubekti, 2011) dan kadar organik tinggi. Pada lingkungan gambut dibangun konstruksi untuk pusat bisnis, perumahan, industri dalam rangka mengembangkan kawasan dan meningkatkan perekonomian di Provinsi Riau. Struktur beton yang terpapar langsung lingkungan gambut dapat mengalami penurunan ketahanan beton akibat asam organik maupun non-organik. Semakin rendah nilai pH maka akan semakin tinggi serangan asam yang terjadi pada beton.

Salah satu cara yang banyak dilakukan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap disintegrasi oleh zat kimia yang terkandung dalam air gambut yaitu dengan penambahan bahan tambah pozzolan ke dalam campuran beton. Pozzolan yang digunakan salah satunya abu terbang.

Limbah abu terbang (*fly ash*) adalah material yang memiliki ukuran butiran yang sangat halus dan diperoleh hasil dari pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Produksi batubara di Indonesia pada tahun 2016

menurut APBI dan *Ministry of Energy and Mineral Resources* (2016) sebanyak 419 juta ton. Komponen abu terbang bervariasi, tetapi semua abu terbang termasuk sejumlah besar silikon dioksida (SiO_2) dan kalsium oksida (CaO), kedua bahan endemik yang banyak bantalan batubara lapisan buatan. Malhotra (2004) mendefinisikan penambahan bahan pozzolan pada beton yang lebih dari 45% dikenal dengan beton *High Volume* dan penambahan campuran abu terbang (*fly ash*) pada beton melebihi 45% dikenal dengan beton *High Volume Fly Ash* (HVFA). Beton HVFA mempunyai kelebihan yaitu mengurangi emisi CO_2 dari industri semen, mengurangi pemakaian energi dari produksi beton, dan menghasilkan kinerja yang tinggi (Bilodeau dan Malhotra, 2000). Penelitian pada beton HVFA telah banyak dilakukan dengan berbagai variasi persentase abu terbang dan umumnya menggunakan bahan tambah superplasticizer. Pradana (2016) membuktikan bahwa ukuran butir pozzolan yang halus dapat membuat beton menjadi lebih padat dan lebih kedap serta dapat meningkatkan kekuatan.

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pada campuran beton untuk mendapatkan beton HVFA dalam mengantisipasi pengaruh asam yang disebabkan oleh air gambut. Penelitian ini mengkaji tentang porositas beton HVFA pada air gambut selama 28 hari umur rendaman.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, dan komposisi kimia abu terbang. Material yang digunakan adalah semen OPC produksi PT. Semen Padang, agregat kasar dari sungai Kampar, agregat halus dari Teratak Buluh Kabupaten

Kampar dan abu terbang yang digunakan dari PLTU Ombilin, Sumatera Barat.

Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus terdiri berdasarkan SNI meliputi analisa saringan, kadar air, berat volume, abrasi *los angeles*, kadar organik dan kadar lumpur. Pemeriksaan komposisi kimia abu terbang dilakukan dengan mengirim sebagian sampel ke Sucofindo Cabang Pekanbaru

2.2 Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji

Komposisi benda uji dihitung dengan menggunakan metode ACI 211 dengan mutu rencana $f'c = 21$ MPa dan FAS 0,57 dengan persentase komposisi abu terbang diambil dari komposisi semen dan abu terbang 50% sebagai pengganti sebagian semen dan beton OPC. Benda uji silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 5 cm untuk pengujian porositas.

2.3 Pengujian Porositas

Porositas merupakan persentase pori-pori atau ruang kosong yang dalam beton terhadap volume beton. Porositas dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak maksimal.

Rumus yang digunakan untuk menghitung porositas adalah:

$$n = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad (1)$$

dengan:

n = porositas benda uji (%)

W_1 = berat kering oven benda uji (kg)

W_2 = berat beton jenuh air (kg)

W_3 = berat beton dalam air (kg)

Menurut ASTM C-624-90 Pengujian porositas bertujuan untuk mengetahui persentase pori-pori atau ruang kosong

yang dalam beton terhadap volume beton Benda uji yang telah dikeluarkan dari bak perendaman dikeringkan dengan oven pada suhu 100-110°C selama tidak kurang dari 24 jam, biarkan dingin diudara kering (sebaiknya dalam desikator) sampai suhu 20-25°C lalu menghitung masa kering oven sebagai W_1 .

Selanjutnya lakukan perendaman dalam air kira-kira 21°C selama tidak kurang dari 48 jam, setelah masa perendaman 48 jam, maka permukaan benda uji dikeringkan dengan handuk agar menghilangkan kelembaban permukaan, lalu menentukan massa jenuh setelah perendaman sebagai W_2 .

Setelah penimbangan massa jenuh, lalu dengan menggunakan penggantung kawat menghitung massa sebenarnya dalam air sebagai W_3 .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pada penelitian ini pemeriksaan karakteristik material dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau untuk agregat sedangkan kandungan kimia abu terbang (FA) di Sucofindo Cabang Pekanbaru. Pemeriksaan dilakukan berdasarkan standar uji yang terdapat pada SNI terkait dan selanjutnya akan ditentukan kelayakan material tersebut untuk dijadikan campuran beton.

Berikut adalah hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus yang di uji pada Laboratorium Bahan Fakultas Teknik, Teknik Sipil Universitas Riau. Hasil pengujian dapat dilihat Karakteristik Agregat Kasar dan Halus dapat dilihat Pada Tabel .1

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Agregat Kasar			
1.	Modulus Kehalusan	7,64	6-7,1
2.	Berat Jenis		
	a. <i>Bulk Specifik Gravity On</i>	2,598	2,58-2,83
	b. <i>Absropsi (%)</i>	0,276	<2
3.	Kadar Air	0,20	3-5
4.	Berat Volume		
	a. Kondisi Padat	1,456	1,4-1,9
	b. Kondisi Gembur	1,31	1,4-1,9
5.	Ketahan Agregat		
Agregat Halus			
1.	Modulus Kehalusan	3,35	1,5-3,8
2.	Berat Jenis		
	a. <i>Bulk Specifik Gravity On</i>	2,59	2,58-2,83
	b. <i>Absropsi (%)</i>	3,52	<2
3.	Kadar Air	1,01	<5
4.	Berat Volume		
	a. Kondisi Padat	1,50	1,4-1,9
	b. Kondisi Gembur	1,31	1,4-1,9
5.	Kadar Lumpur	4	<5
6.	Kadat Zat Organik	No. 3	<No.3

3.2 Pemeriksaan Karakteristik Abu Terbang

Kandungan kimia yang terdapat pada abu terbang (FA) dilakukan uji karakteristik di Sucofindo Cabang

Pekanbaru. Berikut adalah hasil pemeriksaan karakteristik abu terbang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Abu Terbang

No.	Parameter	Komposisi (%)
1	LOI	18,98
2	SiO ₂	59,25
3	Al ₂ O ₃	29,52
4	Fe ₂ O ₃	5,45
5	CaO	1,54
6	MgO	0,31
7	K ₂ O	2,23
8	Na ₂ O	0,68
9	P ₂ O ₅	0,04
10	SO ₃	0,29

Sumber: Sucofindo Cabang Pekanbaru

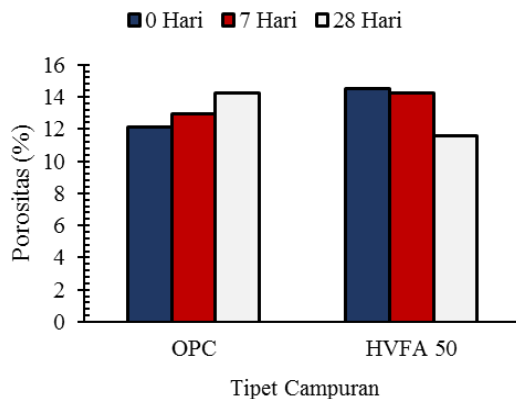
Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan SiO₂ pada abu terbang adalah 59,25% sudah lebih dari kebutuhan minimum untuk digolongkan kedalam bahan pozzolan yaitu 50%.

3.3 Hasil Pengujian Porositas

Pengujian porositas ini bertujuan untuk mengetahui besarnya persentase pori yang terdapat pada beton *curing* 28 hari dan pada beton umur 7 dan 28 hari setelah direndam di air gambut. Benda uji porositas berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 10 cm.

Pada Gambar 1 menjelaskan tahap pengujian porositas beton. Beton dikeringkan dengan oven pada suhu 100-110°C selama 24 jam setelah beton dingin kemudian beton ditimbang. Kemudian beton direndam selama 48 jam dan ditimbang. Tahap selanjutnya, beton direndam dalam air untuk mengetahui

berat jenuhnya. Hasil pengujian porositas dapat terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Perbandingan Nilai Porositas beton OPC dan HVFA yang di rendam di air gambut

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai porositas beton HVFA lebih tinggi dibandingkan dengan beton OPC dengan selisih 17,35%. Beton HVFA mengalami penurunan porositas seiring bertambahnya umur beton. Nilai porositas beton OPC mengalami peningkatan 17,35% setelah perendaman air gambut selama 28 hari. Porositas beton OPC meningkat dikarenakan serangan asam yang terkandung dalam air gambut yang membuat beton menjadi keropos dan menaikkan nilai porositasnya. Sedangkan beton HVFA lebih tahan terhadap air gambut. Hal ini ditandai dengan penurunan nilai porositas sebesar 19,83% pada beton HVFA 50. Beton HVFA mengandung FA dalam jumlah besar, FA yang bersifat pozzolanik membuat beton lebih tahan terhadap lingkungan gambut dan menetralkan dampak gambut terhadap beton.

Hasil ini sejalan dengan pengujian kuat tekan, kuat tekan beton meningkat membuat persentase porositas beton tersebut menurun dan begitu juga sebaliknya yang disebabkan oleh semakin rapat atau renggangnya angka pori dan

ikatan dalam beton. Menurut Rinanda (2017), semen *portland* yang mengandung pozzolan, dan bahan organik lebih dari satu jenis, dapat menambah kekedapan semen.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Porositas beton HVFA menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan beton OPC setelah perendaman di air gambut sampai umur 28 hari. Beton HVFA mempunyai FA dalam jumlah besar, sifat pozzolanik yang terkandung dalam FA dapat menambah kekedapan semen dan membuat beton lebih tahan terhadap lingkungan gambut dan menetralkan dampak gambut terhadap beton.

4.2 Saran

Porositas beton HVFA sudah menunjukkan hasil yang baik, tetapi sebaiknya perendaman benda uji dilakukan langsung dengan terpapar langsung di lingkungan gambut agar air gambut selalu berganti.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfadh, M. R. (2018). Nilai slump , porositas dan kuat tekan beton opc dan opc rha untuk aplikasi di lingkungan gambut. *Jom FTEKNIK*, 5(1), 1–10.
- Ash, F. (2015). Performance of High Volume Fly Ash Concrete, 1(11), 247–250.
- Ash, H. F. L. Y., Cements, B., Coarse, U. A., & Ash, F. L. Y. (2001). 1 *, 1 , 1, 31(3), 1393–1402.
- Bentz, D. P., Hansen, A. S., & Guynn, J. M. (2011). Cement & Concrete Composites Optimization of Cement and Fly Ash Particle Sizes to Produce Sustainable Concretes. *Cement and*

- Concrete Composites*, 33(8), 824–831.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.04.008>
- Bilodeau, A., & Mohan Malhotra, V. (2000). High-volume fly ash system: Concrete solution for sustainable development. *ACI Structural Journal*, 97(1),
- Chatterjee, A. K. (2011). Indian Fly Ashes : Their Characteristics and Potential for Mechanochemical Activation for Enhanced Usability, (JUNE), 783–788.
- Dimension, C. E. (2015). Simple Mechanical Beneficiation Method of Coarse Fly Ash with High LOI for Making HVFA Mortar, 17(1), 38–43.
- Jaya Alexander Pandiangan, Monita Olivia, L. D. (2014). Ketahanan Beton Mutu tinggi di Lingkungan Asam.
- Malhotra, V. M. (n.d.). Properties of the High - Volume Fly Ash Concrete , and its Role in Sustainability of Cement and Concrete Potential Advantages of using high volumes of fly ash in concrete.
- Nath, P., & Sarker, P. (2011). Procedia Engineering Effect of Fly Ash on the Durability Properties of High Strength Concrete, (Malhotra 2002).
- Nath, P., & Sarker, P. K. (2013). Effect of Mixture Proportions on the Drying Shrinkage and Permeation Properties of High Strength Concrete Containing Class F Fly Ash, 17(6), 1437–1445.
- Pradana, T. (2016). Sifat Mekanik Dan Porositas Beton Semen Opc , Pcc , Dan Opc Pofa. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Rahmayani, I. S., Olivia, M., Saputra, E., Jurusan, M., Sipil, T., Teknik, F., ... Riau, U. (2017). In this study , blood clam used as filler in mortar . The specimens were cured in distilled water until 28 days . Then specimens were immersed in peat water until 91 days . The parameters studied include compressive strength and porosity . These propertie, 4(1), 1–5.
- Alit, I. M., Salain, K., Bagus, I., Giri, D., & Alice, A. (2011). PADA PEMBUATAN BETON (The Use of High Volume Fly Ash in The Concrete Production), 26–27.
- Ariffin, M. A. M., Bhutta, M. A. R., Hussin, M. W., & Aziah, N. (2013). Sulfuric acid resistance of blended ash geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*.
- ASTM C 267-01. (2001). *Standard Test Methods for Chemical Resistance of Mortars , Grouts , and Monolithic* (Vol. 03). Annual Book ASTM Standard.
- ASTM C1585 - 04. (2008). *Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-*. Annual Book ASTM Standard.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang. (2018). Laporan Hasil Uji Abu Terbang dan Laporan Hasil Uji Air Gambut.
- Bentz, D. P., Ferraris, C. F., & Synder, K. A. (2013). Best Practices Guide for High-Volume Fly Ash Concretes : Assuring Properties and Performance NIST Technical Note 1812 Best Practices Guide for High-Volume Fly Ash Concretes : Assuring Properties and Performance.
- Bentz, D. P., Hansen, A. S., & Guynn, J. M. (2011). Cement & Concrete Composites Optimization of Cement

- and Fly Ash Particle Sizes to Produce Sustainable Concretes. *Cement and Concrete Composites*, 33(8), 824–831. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.04.008>
- Bilodeau, A., & Mohan Malhotra, V. (2000). High-volume fly ash system: Concrete solution for sustainable development. *ACI Structural Journal*, 97(1), 41–48.
- Fadillah, M. L., & Olivia, M. (2017). Densitas , Nilai Slump , Dan Kuat Tekan Beton OPC Dan OPC POFA Dengan Campuran Air Gambut Terpapar Di Lingkungan Gambut, 4(2), 1–9.
- Hemalatha, T., & Ramaswamy, A. (2017). A review on fly ash characteristics e Towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete. *Journal of Cleaner Production*, 147, 546–559. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.114>
- Jaya Alexander Pandiangan, Monita Olivia, L. D. (2014). Ketahanan Beton Mutu tinggi di Lingkungan Asam.
- Madhavi, T. C., Raju, L. S., & Mathur, D. (2014). Durability and Strength Properties of High Volume Fly Ash Concrete, 4, 7–11. <https://doi.org/10.5923/c.jce.201401.02>
- Malhotra, V. M. (n.d.). Properties of the High - Volume Fly Ash Concrete , and its Role in Sustainability of Cement and Concrete Potential Advantages of using high volumes of fly ash in concrete.
- Mubekti. (2011). Studi pewilayahan dalam rangka pengelolaan lahan gambut berkelanjutan di provinsi riau, 13(2), 88–94.
- Pradana, T. (2016). Sifat Mekanik Dan Porositas Beton Semen Opc , Pcc , Dan Opc Pofa. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Report, F. (2004). The Use of Higher Volumes of Fly Ash as a Replacement for Cement in Ready-Mixed Concrete EcoSmart TM Concrete Project, (March).
- Selvan, S., S, P., & G, V. (2015). Performance of High Volume Fly Ash Concrete, 1(11), 247–250.
- SNI 03-1968-1990. (1990). *Metode pengujian analisis saringan Agregat halus dan kasar*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1969-1990. (1990). *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1970-1990. (1990). *Metode Pengujian Berat Jenis Dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1971-1990. (1990). *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2417-2008. (2008). *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2461-2002. (2002). *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2816-1992. (1992). *Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar atau Beton* (Vol. 4). Jakarta: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat*. Jakarta: Badan Standar Nasional.

SNI 1974:2011. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Bandung: Badan Standar Nasional.