

Sifat Fisik dan Mekanis Beton Sekat Kanal *High Volume Fly Ash* (HVFA) di Lingkungan Gambut

Hendra Dermawan¹, Monita Olivia^{1*}, Zulfikar Djauhari¹

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Email: hendra.dermawan6610@grad.unri.ac.id, *monitaolivia@gmail.com (corresponding author), zulfkr_dj@yahoo.com

ABSTRAK

Lingkungan gambut dengan tingkat keasaman tinggi dapat mempengaruhi dan merusak ketahanan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sifat fisik dan mekanis beton sekat kanal (*Canal Blocking*) di lingkungan gambut. Variasi beton dalam penelitian ini adalah beton PCC air biasa, PCC air gambut dan beton abu terbang persentase 50% dan 75% dikenal HVFA (*High Volume Fly Ash*). Hasil pengujian kuat tekan beton PCC air biasa umur 28 hari didapat 26,65 MPa meningkat pada umur 91 hari sebesar 30,03 MPa. Untuk beton PCC air gambut umur 28 hari kuat tekan sebesar 23,62 MPa meningkat pada umur 91 hari sebesar 31,86 MPa. Untuk beton FA50% baru memperoleh hasil kuat tekan rencana 21 MPa di umur 91 hari sebesar 25,29 MPa, untuk beton FA75% hanya mencapai kuat tekan sebesar 18,79 MPa umur 91 hari. Hasil pengujian Kuat tarik belah beton PCC biasa kuat tarik tertinggi sebesar 3,65 MPa umur 91 hari, beton PCC G-G 3,74 MPa umur 91 hari, beton FA50% 2,83 MPa dan FA75% 1,93 MPa pada umur 91 hari. Untuk laju korosi terlihat pada umur 120 hari baik beton normal maupun beton abu terbang. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa terjadi perubahan sifat fisik dan mekanis beton seiring lama umur beton.

Kata Kunci: Beton, HVFA, Lingkungan Gambut, Sekat Kanal, Abu Terbang (*Fly Ash*)

ABSTRACT

Peat environments with high acidity levels can affect and damage the durability of concrete. This study aims to determine the physical and mechanical properties of canal blocking concrete in the peat environment. Variations of concrete in this research are ordinary water PCC concrete, peat water PCC and fly ash concrete with a percentage of 50% and 75% known as HVFA (High Volume Fly Ash). The results of testing the compressive strength of ordinary water PCC concrete at the age of 28 days obtained 26.65 MPa, an increase at the age of 91 days by 30.03 MPa. For PCC peat water aged 28 days, the compressive strength of 23.62 MPa increased at the age of 91 days by 31.86 MPa. For FA50% concrete, the design compressive strength of 21 MPa at the age of 91 days is 25.29 MPa, for FA75% concrete only reaches a compressive strength of 18.79 MPa at the age of 91 days. Split tensile strength of ordinary PCC concrete has the highest tensile strength of 3.65 MPa at the age of 91 days, PCC G-G concrete 3.74 MPa at the age of 91 days, FA50% concrete 2.83 MPa and FA75% 1.93 MPa at the age of 91 days. For the corrosion rate seen at the age of 120 days both normal concrete and fly ash concrete. Based on the results of this study, it can be seen that there is a change in the physical and mechanical properties of concrete as the concrete ages.

Keywords: Concrete, HVFA, Peat Environment, Canal Blocking, Fly Ash

1. PENDAHULUAN

Penggabungan dari batu pecah (agregat kasar) dengan pasir (agregat halus) atau agregat lain sehingga menjadi satu campuran yang kemudian dicampur dengan pasta yang terbuat dari campuran semen dan air lalu terbentuk massa yang mirip batuan disebut beton [5]. Suatu pendapat juga mengatakan bahwa beton terbentuk dari terbentuk oleh gabungan *cement* (semen) dan *water* (air) kemudian *coarse aggregate* (batu pecah) *fine aggregate* (pasir) [3]. Pembuatan beton juga terkadang banyak ditambahkan dengan bahan campuran lain (*admixture*) dengan tujuan untuk menambah kualitas beton menjadi lebih baik.

Penambahan 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* abu terbang [13]. Beton *High Volume* abu terbang adalah beton dengan bahan tambah melebihi 50% dari banyak semen digantikan dengan bahan ikat yaitu abu terbang baik abu terbang dengan tipe F maupun tipe C. *High Volume* abu terbang pertama kali diperkenalkan oleh peneliti di pusat penelitian CANMENT Kanada tahun 1980 an [13]. Penggunaan *High Volume Fly Ash* beton memberi beberapa keuntungan pada beton yang akan dihasilkan, baik dalam keadaan beton masih segar maupun beton dalam keadaan beton yang sudah keras. Beton HVFA mempunyai kelebihan yaitu mengurangi

emisi CO₂ dari industri semen, mengurangi pemakaian energi dari produksi beton, dan menghasilkan kinerja yang tinggi [1].

Penggunaan abu terbang atau *Fly Ash* ke dalam campuran beton sudah dilakukan di Amerika Utara dengan persentase abu terbang 15-20% terhadap berat semen yang digunakan. Jumlah ini biasanya memiliki pengaruh menguntungkan bagi *workability* dan biaya produksi beton. Penggunaan abu terbang dengan kisaran 25-35% terhadap berat semen digunakan apabila ada pertimbangan terjadinya keretakan atau terjadi serangan sulfat pada beton. Namun kadar tinggi penggunaan abu terbang dapat menyebabkan perlambatan kekuatan beton pada usia dini [13]. Dalam sebuah *Proceedings* IWSDCT mengatakan 48,5% abu terbang yang dicampur dalam beton pada trotoar di Zhanjiang, Cina selatan menunjukkan penggunaan abu terbang tidak hanya mengurangi pemakaian semen namun juga meningkatkan kekedapan beton dan mengurangi keretakan beton.

Lingkungan gambut dengan tingkat keasaman tinggi dapat merusak ketahanan beton karena air gambut memiliki intensitas warna coklat kemerahan, pH rendah, zat organik tinggi, keruh, partikel tersuspensi rendah, dan kesadahan rendah [13]. Secara umum, serangan asam mempunyai efek merusak beton. Senyawa asam dan kapur yang terdapat pada beton akan membentuk garam. Garam yang terbentuk akan larut dalam air sehingga meningkatkan porositas beton. Selain itu juga terjadi pengikisan permukaan beton. Jenis asam yang dapat mengakibatkan kerusakan pada konstruksi beton satunya adalah asam sulfat. Asam sulfat ini merupakan senyawa asam yang banyak ditemui di daerah sekitar dengan agresifitas yang tinggi terbentuk secara alami di atas permukaan tanah dan air tanah [22].

Daya tahan beton dapat terpengaruh dari tingginya tingkat keasaman rendaman atau pH [13]. Nilai pH 4,0 sampai dengan 4,5 lebih bisa mengurangi atau mempengaruhi kuat tekan beton di umur rendaman 28 hari dan umur 91 hari. Beton yang diserang sulfat juga dapat mengakibatkan kerusakan pada beton dengan adanya proses penyusunan gipsum lalu *ettringite* kemudian hal ini dapat memacu proses keretakan di area beton [13].

Beton maupun mortar yang berada dilingkungan gambut dengan kandungan asam akan mengalami kerusakan, hal ini terjadi disebabkan oleh dua reaksi. Reaksi pertama yaitu kalsium hidroksida akan bereaksi dengan CO₂ atau karbondioksida yang menghasilkan CaCO₃ atau kalsium karbonat tidak hancur didalam air. Terbentuknya kalsium karbonat tidak menyebabkan rusaknya beton, namun tahapan selanjutnya kalsium karbonat akan bereaksi dengan karbondioksida lagi yang berada di dalam air akan menghasilkan (Ca(HCO₃)₂) yaitu kalsium bikarbonat yang akan larut dalam air.

Lahan gambut terluas di Sumatera menurut Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Pertanian (BB Litbang SDLP) pada tahun 2011 terletak di provinsi Riau dengan luas 3.867.413 Ha. Lahan gambut ini terbentuk dari bahan-bahan organik tinggi sisa-sisa pohon, rerumputan dan lain sebagainya yang telah mengalami proses pelapukan sehingga membentuk gambut atau tanah gambut dengan tingkat keasaman tinggi. Tingkat asam yang tinggi dilingkungan gambut ini dapat mempengaruhi ketahanan konstruksi beton atau bangunan salah satunya adalah bangunan sekat kanal atau *Canal Blocking*.

Sekat kanal atau *Canal Blocking* adalah bangunan yang dibangun untuk menjaga permukaan air tanah di daerah gambut dengan tujuan mencegah terjadinya kebakaran hutan dan memperbaiki kualitas air [2]. Dengan adanya sekatkan pada kanal ini, seperti kanal induk, maka diharapkan penyekatan ini bisa memperlambat terjadinya pengeringan air dari lahan gambut atau hutan sehingga lahan gambut dapat menyimpan cakupan air dan menaikkan jumlah air yang ada dilahan gambut tersebut. Dengan demikian lahan gambut dan sekitar lingkungan gambut tetap dalam keadaan basah dan berpotensi menjaga dari terjadinya kebakaran yang rawan terjadi dilahan gambut. Lahan gambut yang mempunyai kondisi yang alami dapat mempermudah lagi untuk kegiatan perbaikan lahan gambut ini yaitu seperti menanam tanaman dengan jenis-jenis tanaman yang bisa beradaptasi dengan lingkungan gambut sesuai ekosistemnya yang unik [14].

Lahan gambut yang mempunyai kondisi yang basah dan kandungan asam tinggi ini dapat mempengaruhi konstruksi beton. Dengan demikian komposisi bahan untuk campuran pada pembuatan beton sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan beton yang berada dilingkungan gambut atau lahan gambut. Adapun upaya dalam meningkatkan sifat fisik dan mekanik beton dilingkungan gambut ialah dengan menggunakan bahan pozolan sebagai bahan pengganti semen. Ada beberapa jenis pozolan yang sering digunakan sebagai campuran ke dalam beton yaitu, abu terbang (*Fly Ash*), abu kelapa sawit, bubuk kulit kerang, dan abu sekam padi. Terkait dengan hal tersebut perlu adanya penelitian untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis beton dilingkungan gambut dengan memodifikasi campuran beton dengan melakukan penambahan bahan *Fly Ash* atau abu terbang dengan volume tinggi (*High Volume Fly Ash*) yang kemudian dapat diaplikasikan pada struktur bangunan sekat kanal dilingkungan gambut dengan kinerja beton yang tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Semen yang dipakai dalam penelitian ini yaitu PCC semen padang. PCC semen adalah bahan pengikat hidrolis hasil dari penggilingan secara bersamaan bubuk semen *portland* dan *gips* dengan

bahan yang lain atau penggabungan bubuk semen dengan material anorganik yang lain. Material anorganik yang dimaksud seperti senyawa silikat, batu kapur, *slag*, dan pozzolan [21]. Agregat yang digunakan bersumber dari kabupaten kampar *Quarry* Rimbo Panjang, Riau. Ukuran batu pecah atau agregat kasar berukuran 1-2 cm³. Untuk agregat halus/pasir juga diperoleh atau berasal dari tempat yang sama yaitu *Quarry* Rimbo panjang, kabupaten kampar, Riau. Kemudian bahan abu terbang yang dipakai berasal dari limbah pembakaran batu bara dari PLTU Tenayan Raya, kota Pekanbaru Riau. Air biasa dalam penelitian ini menggunakan air yang ada di laboratorium bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Riau sebagai air pencampur untuk pembuatan benda uji. Kemudian air gambut dalam penelitian ini air gambut yang bersumber dari kabupaten kampar desa Rimbo Panjang provinsi Riau.

Tabel 1. Karakteristik *Portland Cement Composite* (PCC) produksi PT. Semen Padang

No.	Pengujian	Hasil Uji
Komposisi kimia		
1	Bagian Tak Larut	8,12%
2	Magnesium Oksida	0,63%
3	Sulfur Trioksida (SO ₃)	1,78%
4	Hilang Pijar	4,60%
5	Total Alkali (Na ₂ O+0,658K ₂ O)	0,52%
Komposisi fisika		
1	Kehalusan dengan Alat Blaine	361 m ² /kg
2	Kekekalan Pemuai dengan Autoclave	0,08%
3	Waktu Pengikatan dengan Alat Vicat Ikut Awal Ikut Akhir	145 menit 228 menit
4	Kekuatan Tekan (Mortar) 3 Hari 7 Hari 28 Hari	182 kg/cm ² 246 kg/cm ² 335 kg/cm ²
5	Pengikatan Semu	71,08%

Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar terdiri dari pemeriksaan analisa saringan, berat jenis, berat volume dan kadar air. Pada agregat halus pemeriksaan yang dilakukan adalah pemeriksaan analisa saringan, berat jenis, berat volume, kadar air, kadar lumpur dan kadar organik.

Analisa Saringan

Analisa saringan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan menentukan gradasi atau distribusi besaran jumlah persentase butiran agregat. Distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam pembuatan beton. Analisa saringan dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Untuk nomor

saringan dan ukuran lubang ayakan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Nomor saringan dan ukuran lubang ayakan agregat halus

Nomor Saringan	Ukuran Lubang Ayakan (mm)
No. 4	4,75
No. 8	2,35
No. 16	1,15
No. 40	0,60
No. 60	0,30
No. 100	0,15
Pan	-

Sumber: SK-SNI-T-1990-03

Nomor saringan dan ukuran lubang ayakan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3. berikut :

Tabel 3. Nomor saringan dan ukuran lubang ayakan agregat kasar

Nomor Saringan	Ukuran Lubang Ayakan (mm)
1 1/2"	40
3/4"	20
3/8"	10
No. 4	4,8
Pan	-

Sumber: SK-SNI-T-1990-03

Berat Jenis dan Absorpsi

Pemeriksaan berat jenis dilakukan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat dan akan menentukan berat jenis dari beton. Hubungan antara berat jenis dan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap agregat tersebut [6]. Berat jenis dan absorpsi agregat halus dapat dihitung menggunakan metode SNI 03-1970-1990. Untuk berat jenis dan absorpsi agregat kasar dihitung menggunakan metode SNI 03-1969-1990.

Kadar Air

Kadar air agregat merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air digunakan untuk koreksi takaran air dalam adonan beton yang disesuaikan dengan keadaan agregat di lapangan. Mulyono (2003) menyatakan terdapat 4 jenis kadar air, yaitu [13]:

- 1) Kadar air kering tungku, yaitu keadaan yang benar – benar tidak berair
- 2) Kadar air kering udara, yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.
- 3) Jenuh kering permukaan, yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat

tetapi agregat tersebut masih mampu menyerap air. Pada kondisi ini air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton

- 4) Kondisi basah, yaitu kondisi dimana butiran agregat banyak mengandung air sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air campuran beton.

Kadar air dapat dihitung menggunakan metode SNI 03-1971-1990 dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

dimana:

W_3 = Berat benda basah

W_5 = Berat benda kering

Kadar Lumpur

Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur ini adalah untuk menentukan berapa persentase kandungan lumpur yang terkandung pada agregat halus. Berdasarkan PBI 71, kandungan lumpur agregat halus <5%, kadar lumpur yang tinggi dapat menyebabkan retak dan susut yang disebabkan sifat kembang susut dari lumpur. Kadar lumpur agregat halus dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} \times 100\%$$

dimana:

V_1 = Tinggi lumpur

V_2 = Tinggi pasir

Pembuatan Sampel Uji

Sampel benda uji dibuat dengan beberapa ukuran berbeda dengan bentuk silinder. Untuk benda uji pengujian kuat tekan sampel dengan bentuk silinder ukuran Diameter 10,5 cm dan tinggi 21 cm. Sampel benda uji untuk pengujian kuat tarik belah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm dan untuk sampel pengujian korosi berukuran sama dengan sampel pengujian kuat tekan yaitu diameter 10,5 cm tinggi 21 cm yang telah dimasukkan besi/baja diameter 8 mm panjang 10 cm ke dalam benda uji beton. Variasi campuran untuk benda uji dibuat dengan empat variasi campuran yaitu benda uji dengan campuran beton normal (PCC) pencampur air biasa perawatan air biasa, benda uji dengan campuran beton (PCC) pencampur air gambut perawatan air gambut, benda uji beton dengan tambahan campuran *Fly Ash* persentase 50% pencampur air gambut perawatan air gambut, dan benda uji beton dengan tambahan campuran *Fly Ash* persentase 75% pencampur air gambut perawatan air gambut. Jumlah sampel masing-masing dari variasi campuran dibuat sebanyak tiga sampel dengan umur pengujian yang berbeda dari variasi-variasi sampel uji. Jumlah

sampel untuk semua variasi adonan berjumlah 120 sampel berikut pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Spesifikasi benda uji

Pengujian	Dimensi (d x h) (mm)	Bentuk	Umur Rendaman (Hari)	Jumlah
Kuat tekan	105 x 210	Silinder	7, 28, 91	36
Kuat tarik belah	150 x 300	Silinder	7, 28, 91	36
Korosi	105 x 210	Silinder	0, 28, 91, 120	48
Total				120

Dari Tabel 4 jumlah sampel untuk uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton berjumlah 36 buah dengan umur pengujian 7, 28, dan 91 hari kemudian untuk jumlah sampel pengujian korosi berjumlah 48 buah sampel dengan umur pengujian 0, 28, 91, 120 hari. Proses pembuatan sampel dalam penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Universitas Riau setelah semua bahan-bahan disiapkan. Pembuatan sampel dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan seperti *PCC cement*, *coarse aggregate*, *fine aggregate* dan *water* atau air biasa, air gambut lalu *Fly Ash* (abu terbang) dengan persentase 50% dan & 75% terhadap berat semen sebagai beton dengan volume tinggi abu terbang (*High Volume Fly Ash*). Sampel benda uji yang telah selesai dicetak kemudian dikeluarkan dari cetakan setelah 24 jam kemudian dilakukan perendaman sampel untuk proses perawatan (*curing*). Perendaman dilakukan dengan menggunakan Bak dan *Droom* sebagai wadah perendaman yang berisi air gambut dan air biasa. Benda uji beton PCC direndam ke dalam air biasa, beton PCC G-G perendaman di air gambut, beton FA 50% perendaman di air gambut dan beton FA 75% perendaman di air gambut. Proses perendaman dilakukan selama umur 7 hari, 28 hari, dan 91 hari untuk benda uji kuat tekan dan sampel kuat tarik belah kemudian untuk sampel korosi dilakukan perendaman selama 0, 28, 91, dan 120 hari. Gambar. 1 dibawah ini merupakan jenis sampel silinder yang akan di lakukan perawatan/perendaman ke dalam air biasa dan air gambut.



(a)



(b)
Gambar 1. Perendaman sampel uji ke dalam bak perendaman (a) air biasa dan (b) gambut

Pada Gambar 1 (a) merupakan sampel uji perendaman air biasa dan (b) merupakan sampel uji untuk perendaman menggunakan air gambut. Setelah selesai perendaman sampel sampai umur rencana yang telah direncanakan selanjutnya dilakukan uji kuat tekan, uji kuat tarik belah, uji korositas, uji *slump*, dan uji densitas beton.

Kuat Tekan Beton

Metode uji kuat tekan beton digunakan metode SNI 03-1974-2011 kuat tekan rencana 21 MPa. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari tahu berapa beban maksimum yang dapat diterima beton persatuan luas area beton dengan satuan MPa. Pengujian ini menggunakan mesin tekan dengan satuan beban per luasan. Beton yang akan diuji nilai kuat tekannya harus sudah di *curing* terlebih dahulu agar kelembapan beton tetap terjaga. Gambar Pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan

Kuat Tarik Belah

Metode untuk pengujian kuat tarik belah digunakan metode SNI 03-2491, 2014. Pengujian ini dilakukan untuk mencari tahu kemampuan beton untuk menerima gaya lateral lalu meng-evaluasi kekuatan geser beton. Kuat tarik beton merupakan suatu bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan.

Kuat tarik beton sangat dipengaruhi oleh lekatan antara pasta semen dengan agregat kasar. Setelah benda uji di ambil dari bak perendaman kemudian dikeringkan selama ± 24 Jam, lalu benda uji di timbang dan diberikan penandaan dengan cara menarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai.



Gambar 3. Pengujian Kuat Tarik Belah

Korositas

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Korosi pada baja tulangan beton dapat terjadi ketika cukup tersedia air dan udara (oksigen). Pada umumnya baja tulangan beton yang telah diselimuti beton tidak akan terkorosi karena beton bersifat sangat alkalin. Beton disebut bersifat alkalin ketika air yang berada dalam beton memiliki konsentrasi sodium, potassium, dan kalsium yang tinggi [4].

Pengujian korositas menggunakan metode kehilangan berat akibat pengikisan atau korositas yang terjadi pada logam. Metode ini dilakukan dengan cara mengukur atau menimbang berat awal logam benda uji kemudian di menimbang kembali benda uji setelah benda uji di ambil dari perendaman atau proses *curing*.



Gambar 4. Sampel Uji Korositas

Pengujian korositas dilakukan setelah logam dalam beton dikeluarkan seperti pada Gambar 4 di atas kemudian logam dibersihkan lalu ditimbang

untuk mengetahui seberapa pengikisan atau korositas yang terjadi pada logam.

Uji Slump

Pengujian *slump* untuk mengetahui tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton atau *workability*. Metode yang digunakan dalam pengujian *slump* ini adalah SNI 03-1972-1990. Pengujian *slump* dilakukan untuk semua variasi beton biasa dan beton dengan tambahan abu terbang. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton adalah jumlah semen, karakteristik bahan tersebut, konsistensi, gradasi dari agregat halus, bentuk butiran pasir, gradasi dan bentuk agregat kasar, proporsi halus untuk agregat kasar, persentase udara yang tertahan, jenis dan jumlah pozzolan atau beban semen tambahan lainnya, kuantitas air, campuran dan suhu lingkungan, jumlah dan karakteristik bahan tambahan yang digunakan, dan waktu pengerjaan.



Gambar 5. Pengukuran Nilai Slump

Densitas Beton

Pengujian densitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kepadatan beton segar yang dipadatkan ketika mengukur kemampuan kerja atau kandungan udara pada beton segar. Uji densitas diperoleh dengan menimbang beton segar yang telah dipadatkan dalam wadah standar volume yang diketahui massanya [13]. Tahapan pengujian densitas dilakukan dengan metode pemadatan berdasarkan nilai *slump* dilakukan jika tidak ditentukan dalam spesifikasi. Pemadatan dilakukan dengan cara penusukan dan getaran internal. Beton ditempatkan menjadi tiga lapis dengan volume yang sama di setiap lapisnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, wadah ukur tidak boleh dalam keadaan kekurangan dan kelebihan beton. Jumlah kelebihan beton maksimum kira-kira 3 mm diatas wadah ukur. Setelah selesai ratakan permukaan atas beton sampai batas atas wadah ukur dengan alat perata hingga permukaan benar-benar rata lalu bersihkan sisa kelebihan beton pada bagian luar kemudian dilakukan penimbangan beton.

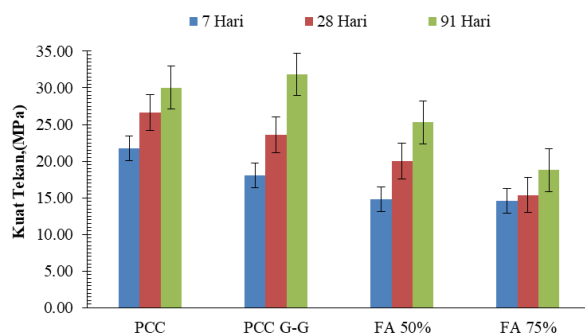


Gambar 6. Pengukuran Densitas Beton

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pengujian dari sampel uji didapatkan hasil, pengujian, kuat, tekan beton untuk beton PCC air biasa kuat tekan tertinggi sebesar 30,03 MPa pada umur 91 Hari, beton PCC-GG 31,86 Mpa di umur 91 hari, Beton FA 50% sebesar 25,29 MPa di umur 91 hari dan Beton FA 75% sebesar 18,79 MPa pada umur perendaman 91 hari. Hasil dari pengujian ini terlihat kuat tekan beton semakin meningkat semakin lama perendaman sampel. Kuat tekan beton rencana 21 MPa baru diperoleh di pengujian beton umur 28 hari pada beton PCC biasa dan beton PCC G-G sedangkan pada beton FA 50% kuat tekan beton hanya mendekati nilai dari kuat beton rencana 21 MPa dengan nilai 20,04 MPa pada umur 28 hari namun meningkat pada umur pengujian 91 Hari. Untuk hasil kuat tekan beton FA 75% kuat tekan beton tidak mencapai hasil kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 21 MPa. Namun seiring bertambahnya umur perendaman kuat tekan beton ini semakin meningkat walaupun hasilnya tidak terlalu dominan dibanding hasil kuat tekan sampel PCC biasa dan beton PCC G-G. Untuk lebih jelas hasil pengujian kuat tekan beton bisa dilihat pada Gambar 7 berikut.

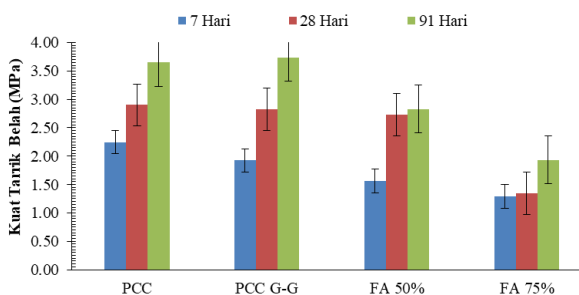


Gambar 7. Hasil pengujian kuat tekan beton

Gambar diatas merupakan hasil uji kuat tekan beton untuk semua variasi sampel dengan umur perendaman dari umur 7, 28, dan umur 91 hari. Berdasarkan hasil

pengujian kuat tekan diatas nilai kuat tekan dari masing-masing variasi adonan beton mengalami kenaikan nilai kuat tekan seiring lama waktu umur beton. Hasil uji kuat tekan beton PCC air biasa di umur 7 hari di dapat 21,72 MPa lebih besar dari nilai kuat tekan PCC G-G umur 7 hari yaitu sebesar 18,07 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan beton HVFA 50% dan 75% lebih rendah dibanding beton PCC air biasa dan PCC G-G di umur 7 hari namun mengalami peningkatan kuat tekan seiring lamanya umur beton pada saat perendaman. Hal ini membuktikan bahwa beton yang menggunakan bahan dari semen PCC yang berada dilingkungan gambut menunjukkan perubahan kuat tekan yang semakin meningkat seiring lama perendaman beton hal ini disebabkan dalam semen PCC terisi bahan pozzolan [13].

Uji Kuat Tarik Belah



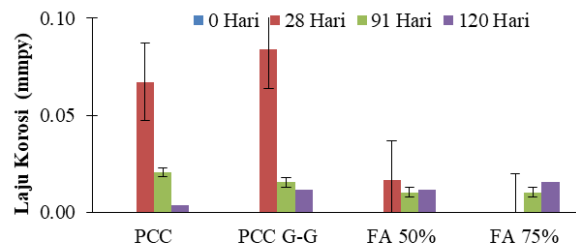
Gambar 8. Kuat pengujian kuat tarik belah beton

Hasil dari pengujian kuat tarik belah untuk beton PCC biasa, beton PCC G-G, beton dengan tambahan FA 50% dan beton beton tambahan FA 75% dilakukan setelah perendaman benda uji pada umur 7, 28, dan 91 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah, beton PCC biasa tertinggi didapat sebesar 3,65 MPa pada umur 91 hari, beton PCC G-G dengan nilai kuat tarik belah sebesar 3,74 MPa pada umur 91 hari. Sedangkan untuk hasil pengujian beton FA 50% dan hasil uji beton FA 75% nilai kuat tarik belah juga meningkat hingga umur 91 hari dengan nilai 2,83 dan 1, 93 MPa.

Gambar di atas merupakan hasil pengujian kuat tarik belah beton dari umur 7 hari, 28 Hari dan umur 91 hari masing-masing variasi. Hasil pengujian kuat tarik belah pada masing-masing beton mengalami kenaikan secara bertahap dari umur ke umur selanjutnya. Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah dari grafik diatas beton PCC normal pada umur 7 hari dengan nilai kuat tarik belah 2,25 MPa lebih besar dibanding dengan nilai kuat tarik belah beton PCC G-G umur 7 hari dengan nilai 1,92 MPa. Sedangkan nilai kuat tarik belah beton HVFA 50% di dapat sebesar 1,56 MPa untuk umur 7 hari lebih besar dari nilai kuat tarik belah beton HVFA 75% di umur 7 hari yaitu dengan nilai 1,29 MPa. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat dapat dilihat bahwa hasil uji kuat tarik belah beton bervariasi dan menunjukkan kenaikan nilai kuat tarik belah dari umur ke umur namun kuat tarik belah dengan nilai tertinggi didapat pada beton PCC G-G dengan nilai 3,74 MPa dan beton PCC dengan nilai 3,65 di umur 91 hari.

Uji Korosi

Pengujian laju korosi (*Corossion Rate*) pada benda uji dilaksanakan saat umur benda uji 0 hari, 28 hari, 91 hari dan 120 hari menggunakan metode kehilangan berat. Metode ini adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat atau perubaghan berat akibat korosi yang terjadi pada logam atau baja. Pengujian ini menggunakan jangka waktu yang cukup lama untuk mengetahui sejauh mana terjadi pengurangan berat pada logam. Korosi merupakan penurunan mutu logam yang disebabkan pengaruh reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Dalam penelitian ini hasil laju korosi diuji memakai benda uji beton yang didalamnya terdapat logam dan direndam di air gambut dengan kandungan asam yang tinggi. Pengujian dilakukan pada empat variasi sampel yang telah di rendam yaitu sampel beton PCC biasa, sampel beton PCC G-G, sampel beton FA 50% dan sampel beton FA 75%. Untuk hasil pengujian laju korosi dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Hasil pengujian korosi beton

Berdasarkan hasil pengujian laju korosi Gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa laju korosi baru terlihat setelah jangka waktu yang lama yaitu laju korosi baru bisa dilihat setelah umur sampel sampai dengan umur 120 hari. Laju korosi pada beton PCC biasa didapat sebesar 0,0039 mmpy di umur 120 hari, laju korosi beton PCC G-G didapat sebesar 0,0117 mmpy pada umur 120 hari, laju korosi beton FA50% didapat sebesar 0,0117 mmpy umur 120 hari dan beton FA 75% di dapat sebesar 0,0156 mmpy pada umur 120 hari perendaman.

Uji Nilai Slump (*Workability*)

Pengujian nilai slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan pada beton segar. Pada penelitian ini uji slump dilakukan pada semua variasi beton yaitu beton PCC-air biasa, beton PCC-G (air gambut) dan beton dengan tambahan abu terbang PCC-FA 50% dan PCC-FA 75%. Hasil dari pengujian slump pada beton PCC-air biasa dan beton PCC-G menghasilkan nilai slump yang cukup baik yaitu dengan nilai 100 mm dan 90 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai slump yang didapat dari beton PCC-air biasa dan PCC-G mempunyai kecacakan atau *workability* cukup baik pada beton segar. Sedangkan beton dengan tambahan abu terbang nilai slump yang didapat lebih rendah dari beton normal atau beton dengan campuran air biasa dan beton dengan campuran air gambut. Untuk lebih detailnya hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil uji nilai *slump*

No	Jenis Beton	Slump (Mm)
1	Beton PCC-Air Normal	100,0
2	Beton PCC- Air Gambut	90,0
3	Beton <i>High Volume</i> Abu Terbang 50%	71,25
4	Beton <i>High Volume</i> Abu Terbang 75%	45,33

Berdasarkan hasil pengujian nilai *slump* dari Tabel 5 di atas dapat dilihat bahwa beton dengan tambahan abu terbang 50% dan 75% memiliki nilai *slump* yang lebih rendah dibandingkan dengan beton PCC biasa dan PCC air gambut. Hal ini menunjukkan tingginya kandungan *pozzoland* dalam abu terbang menyebabkan tingginya penyerapan air dalam campuran beton. Sesuai dengan pernyataan Fadillah et al (2017) semakin tinggi kadar persentase *pozzoland* yang digunakan dalam campuran beton maka akan menyebabkan penyerapan air dalam campuran beton semakin tinggi dan menurunkan nilai *slump* beton atau *workability* pada beton [13].

Uji Densitas Beton

Pengujian densitas beton atau berat isi beton dilakukan pada beton segar yang dipadatkan ketika mengukur kremampuan kerja atau kandungan udara yang ada dalam kandungan beton. Berat isi beton sebenarnya dianggap memenuhi nilai berat isi beton rencana memenuhi nilai rendemen atau *yield* (Y). Rendemen memenuhi syarat apabila nilai ($0,95 < R < 100$). Nilai densitas dapat diperoleh dengan cara menimbang beton segar yang dipadatkan dalam wadah standar yang diketahui massanya [13]. Hasil pengujian densitas beton pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Densitas

No	Jenis Beton	Densitas (Kg/m ³)	<i>Yield</i>
1	PCC-Air Normal	2360,24	0,98
2	PCC-Air Gambut	2378,15	0,97
3	PCC- FA 50%	2378,15	0,94
4	PCC- FA 75%	2009,25	1,10

Berdasarkan hasil pengujian densitas beton yang telah dilakukan dilihat dari Tabel 6 di atas pada beton PCC air biasa dan beton PCC air gambut memenuhi syarat nilai rendemen atau *yield* yaitu ($0,95 < R < 100$). Sedangkan untuk hasil uji densitas pada beton PCC dengan tambahan abu terbang 50% dan abu terbang 75% tidak memenuhi syarat nilai rendemen atau *yield*. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penambahan abu terbang volume tinggi pada campuran beton sehingga mengakibatkan hasil uji densitas tidak memenuhi standar nilai rendemen. Perlu dilakukan koreksi atau *redesign* pada komposisi bahan agar nilai rendemen bisa memenuhi syarat yaitu $R < 0,95$.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, lingkungan gambut dengan kandungan asam tinggi sangat berpengaruh terhadap Sifat fisik dan mekanis beton. Dari beberapa variasi sampel yang dibuat dan dengan variasi campuran terlihat beton mengalami kenaikan kuat tekan beton seiring lama umur beton dari pengujian kuat tarik belah beton juga meningkat seiring lama waktu perendaman sampel. Kuat beton rencana 21 MPa hanya tercapai pada beton PCC biasa, beton PCC G-G dan beton FA 50% pada umur 28 hari. Sedangkan beton dengan campuran FA 75% tidak mencapai kuat tekan rencana 21 MPa walaupun sampai umur puncak 91 hari walaupun kuat tekan meningkat seiring lama umur. Untuk laju korosi pada umur 0,7, 28, 91 hari masih belum terlihat terjadi pengurangan dan penurunan berat yang signifikan pada logam/baja namun untuk umur 120 hari sudah terlihat penurunan dan pengurangan berat besi pada beton normal maupun beton dengan campuran abu terbang baik direndaman air biasa maupun air gambut. Kemudian untuk hasil pengujian nilai *Slump* pada beton PCC biasa dan beton PCC air gambut menunjukkan nilai *slump* yang tinggi dibandingkan dengan nilai *slump* pada beton dengan tambahan abu terbang yang relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bahan *pozzoland* abu terbang pada campuran beton berpengaruh terhadap *workability* beton atau nilai *slump*, ini terjadi karena tingginya penerapan air pada beton abu terbang sehingga menurunkan *workability* pada beton atau nilai *slump* beton. Untuk hasil uji densitas beton pada variasi beton PCC biasa dan PCC air gambut hasil densitas diperoleh memenuhi syarat nilai rendemen atau *yield* sedangkan untuk densitas beton dengan tambahan abu terbang diperoleh hasil yang tidak memenuhi syarat nilai rendemen. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambah *pozzolan* sebagai pengganti semen (*Fly Ash*) pada beton berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik beton dan beton dengan bahan tambah (*Fly Ash*) mampu mereduksi serangan asam yang terjadi pada beton yang berada di air gambut. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya bisa menambah jenis variasi campuran, persentase penambahan abu terbang sebagai pengganti semen dan lama umur perendaman sampel agar dapat menemukan komposisi campuran yang sempurna sehingga dapat diaplikasikan pada bangunan terutama yang berada dilingkungan gambut serta bisa menjadi perbandingan dengan penelitian yang sudah ada.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Bilodeau, and V. M. Malhotra, High-Volume Fly Ash System: The Concrete Solution for Sustainable Development, *ACI Structural Journal*, Vol. 97, No. 1, 2000.

- [2] A. Dhiaksa and W. Candraqarina, Evaluasi Desain Sekat Kanal Tipe Drainpile di Sei Ahas Kalimantan Tengah, *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 14, No. 2, 2018.
- [3] Asroni A, 2010, *Balok Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu.
- [4] Broomfield J P, 2007, *Corrosion of Steel in Concrete. 2nd Edition*. London: E & FN SPON.
- [5] Cormac J C, 2004, *Desain Beton Bertulang Vol.2*, Erlangga.
- [6] I. Istighfar, A.Kurniadi dan Ermiyanti, Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Semen Pcc Dan Semen Tipe 1 Terhadap Pemakaian Sikament Nn
- [7] Kusnaedi, 2006, *Mengolah Air Gambut, Penebar Swadaya*.
- [8] Malhotra V M and Mehta P K, 2005, *High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete: Materials, Mixture Proportioning, Properties, Construction Practice, and Case Histories 2nd Ed*, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development.
- [9] M. Olivia, L. Damayanti, A. Kamaldi, and Z. Djauhari, Kuat tekan beton dengan semen campuran limbah agro-industri di lingkungan asam, *Prosiding 2nd Andalas Civil Engineering National Conference*, 2015.
- [10] M. L. Fadillah, Ismeddiyanto, dan M. Olivia, Densitas, Nilai Slump, dan Kuat Tekan Beton OPC dan OPC POFA dengan Campuran Air Gambut Terpapar di Lingkungan Gambut, *JOM Fakultas Teknik UNRI*, Vol. 4, No. 2, 2017.
- [11] Mulyono T, 2003, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Andi.
- [12] Neville A M and Brooks J J, 2010, *Concrete Technology*, Prentice Hall.
- [13] Nursuci I Q, 2018, *Durabilitas Beton High Volume Fly Ash (HVFA) di Air Gambut*, Tugas Akhir: Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.
- [14] Noor, Y.R. dan J. Heyde. 2007. *Pengelolaan Lahan Gambut Berbasis Masyarakat di Indonesia*. Proyek *Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- [15] P. K. Mehta, High Performance, High Volume Fly Ash Concrete for Sustainable Development, *Materials Science*, 2004.
- [16] SNI 03-1968, 1990, *Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Badan Standarisasi Nasional
- [17] SNI 03-1969, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*, Badan Standarisasi Nasional
- [18] SNI 03-1970, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional
- [19] SNI 03-1971, 1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Badan Standarisasi Nasional
- [20] SNI 03-1972, 1990, *Metode Pengujian Slump Beton*, Badan Standarisasi Nasional
- [21] SNI 03-1974, 2011, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standarisasi Nasional
- [22] SNI 03-2491, 2014, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Badan Standarisasi Nasional
- [23] SNI 15-7064, 2004, *Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional
- [24] Song X, 2007, *Development and Performance of Class F Fly Ash Based Geopolymer Concretes against Sulphuric Acid Attack*, PhD Thesis: The University Of New South Wales