

PENGARUH *POZZOLAN* BUATAN DARI ABU ECENG GONDOK TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR BETON NORMAL

Ibnu Kamal Alfarisi, Yenny Nurchasanah*, Muhammad Ujianto, Abdul Rochman

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan A. Yani Tromol 1 Pabelan, Sukoharjo, Jawa Tengah

*Email: yn205@ums.ac.id

Abstrak

Abu eceng gondok merupakan pozzolan buatan yang dapat dipergunakan sebagai tambahan atau sebagai pengganti sebagian campuran beton. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan daya serap air beton yang dicampur dengan abu eceng gondok yang biasa disebut dengan pozzolan buatan sebagai penggantian sebagian semen sebanyak 0%, 8%, 10%, 12%. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan perkembangan nilai kuat tekan beton yang diuji pada umur 28 hari, serta daya serap air beton. Pengujian kuat tekan sendiri menggunakan silinder beton ukuran 15 cm x 30 cm dan untuk pengujian daya serap air menggunakan silinder ukuran 10 cm x 20 cm. Berdasarkan hasil penelitian dilakukan pengujian beton segar (slump test) didapatkan nilai tertinggi yaitu pada beton normal dengan menggunakan semen PPC 100% dibandingkan dengan semen OPC dengan penggantian sebagian abu eceng gondok. Pada beton normal semen PPC 100% didapatkan nilai kuat tekan sebesar 14,77 MPa dan kenaikan terjadi pada variasi abu eceng gondok 12% sebesar 5,43% dengan nilai kuat tekan sebesar 20,20 MPa. Pemakaian variasi abu eceng gondok serapan airnya semakin kecil dibandingkan beton normal semen PPC 100%, dimana beton dengan 12% abu eceng gondok daya serap airnya yang paling rendah dan yang paling kedap air.

Kata Kunci : Abu eceng gondok, beton, daya serap air, kuat tekan, dan slump

Abstract

Water hyacinth ash is an artificial pozzolan that can be used as an addition or as a partial replacement for concrete mixtures. The purpose of this study was to determine the compressive strength and water absorption of concrete mixed with water hyacinth ash commonly referred to as artificial pozzolan as a partial replacement of cement as much as 0%, 8%, 10%, 12%. The method used in this research is an experimental method with the development of the compressive strength value of concrete tested at the age of 28 days, as well as the water absorption of concrete. The compressive strength test itself uses a concrete cylinder measuring 15 cm x 30 cm and for testing water absorption using a cylinder measuring 10 cm x 20 cm. Based on the results of the research, fresh concrete testing (slump test) obtained the highest value in normal concrete using 100% PPC cement compared to OPC cement with partial replacement of water hyacinth ash. In normal concrete with 100% PPC cement, the compressive strength value was 14.77 MPa and the increase occurred in the variation of 12% water hyacinth ash by 5.43% with a compressive strength value of 20.20 MPa. The use of water hyacinth ash variation has a smaller water absorption compared to 100% PPC cement normal concrete, where the concrete with 12% water hyacinth ash has the lowest water absorption and is the most impermeable.

Keywords: Water hyacinth ash, concrete, water absorption, compressive strength, and slump.

1. PENDAHULUAN

Wilayah di Indonesia khususnya daerah yang memiliki tingkat ketinggian dan kemiringan yang rendah menyebabkan daerah tersebut banyak terdapat genangan air seperti sungai, danau, waduk dan rawa-rawa, kondisi ini menyebabkan populasi pertumbuhan gulma seperti eceng gondok sangat cepat, akar eceng gondok yang menggantung menyerap banyak oksigen didalam air yang mengakibatkan mempengaruhi kualitas baik sungai, danau, waduk dan rawa-rawa tersebut (Priyatno dkk., 2017)

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan suatu jenis tanaman yang belum memiliki nilai jual yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan masih banyaknya warga masyarakat yang belum mengetahui manfaat akan tanaman air tersebut. eceng gondok merupakan tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam atau mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal. eceng gondok berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat

ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari. Salah satu upaya yang cukup prospektif untuk menanggulangi gulma eceng gondok di kawasan perairan adalah dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok sebagai campuran beton (Lesmana, 2022).



Gambar 1. Tumbuhan eceng gondok

Kandungan Abu eceng gondok yang memiliki senyawa kimia yang sangat berperan penting dalam pembuatan semen menjadikan eceng gondok dimanfaatkan untuk dibuat abu yang akan digunakan sebagai campuran pembuatan beton. Kandungan dalam abu eceng gondok memiliki kesamaan unsur penyusun dengan semen sehingga dengan penambahan abu eceng gondok pada campuran beton maka dapat dihasilkan beton mutu tinggi. Kandungan Kimia Eceng gondok mengandung unsur SiO_2 , kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Chlorida (Cl), Cupper (Cu), Mangan (Mg), dan Ferum (Fe). Dengan memiliki unsur tersebut terdapat kesamaan dengan unsur pembentuk dari semen yaitu Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}_3$. Pemanfaatan abu eceng gondok sebagai bahan tambahan pencampuran beton dapat menjadi solusi yang tepat, untuk mendapatkan biaya yang murah dengan mutu yang terbaik (Lesmana 2022).

Beton dengan tambahan abu eceng gondok mempunyai karakteristik kuat terhadap gaya tekan, akan tetapi memiliki nilai daya serap air yang kecil. Kualitas beton dengan regangan yang umumnya tinggi juga dapat menyebabkan kenaikan kekuatan tekan yang cepat setelah beton mencapai beban maksimum, sehingga bila terjadi keruntuhan secara tiba-tiba. Dengan demikian inovasi dalam pembuatan variasi beton dengan tambahan abu eceng gondok sangat diperlukan, dengan menggunakan abu eceng gondok di dalam beton diharapkan dapat menghambat terjadinya keruntuhan yang terjadi secara tiba-tiba (Triannah dkk., 2022).

Abu eceng gondok juga merupakan *pozzolan* buatan yang mengandung silika dan aluminat yang reaktif. *Pozzolan* buatan dapat

dipergunakan sebagai tambahan atau sebagai pengganti sebagian campuran beton, penggunaannya sekitar 10% hingga 35% dari berat semen (Junaidi dkk., 2022).

Tabel 1
Kandungan kimia abu eceng gondok per 125 gram (hasil analisa BBTPPI Semarang)

No.	Parameter	Hasil Uji (%)	Metode
1	Silika (SiO_2)	13,04	Gravimetri
2	Aluminat (Al_2O_3)	0,33	SSA

Pozzolan ini dapat menjadikan beton lebih baik dibandingkan beton normal. Untuk laju kenaikan kuat tekan beton akan lebih lambat dari pada beton normal. Pada umur rencana 7 hari kuat tekannya biasanya akan lebih rendah dari pada kondisi normal. Namun setelah umur beton mencapai 28 hari maka kuat tekan beton akan mencapai kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal (Junaidi dkk., 2022).

Dengan adanya berbagai manfaat serta keunggulan dari campuran semen atau beton yang disubstitusi material *pozzolan*, maka material *pozzolan* dapat menjadi bahan substitusi terhadap sebagian semen pada campuran semen untuk berbagai konstruksi bangunan (Zuraidah, 2022).

Berdasarkan uraian di atas akan dilakukan sebuah penelitian untuk memanfaatkan *pozzolan* buatan yang mempunyai kandungan silika dan aluminat reaktif tentang pengaruh *pozzolan* buatan dari abu eceng gondok terhadap kuat tekan dan daya serap air beton normal.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggunakan suatu percobaan guna mendapatkan hasil yang dapat menjelaskan hubungan antara variabel-variabel dalam rumusan masalah. Metode penelitian disusun dalam beberapa tahap.

Penelitian ini diawali dengan tahapan mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan terlebih dahulu, dimana alat yang digunakan dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk bahan seperti semen kita menggunakan dua tipe untuk semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* berasal dari PT. Aneka Dharma Persada (Semen Indonesia Group Batching Plant), untuk semen *Portland*

Pozzolan Cement (PPC) berasal dari PT. Sinar Tambang Arthalestari, agregat halus yang digunakan berasal dari (Merapi, Jawa Tengah), agregat kasar yang digunakan berasal dari PT. Adhi Karya (Persero) Tbk., dan eceng gondok yang digunakan berasal dari Waduk Cengklik (Boyolali, Jawa Tengah).

Bahan yang telah dipersiapkan harus diuji kualitasnya terlebih dahulu. Untuk agregat halus dilakukan pengujian kandungan bahan organik, pengujian *Saturated Surface Dry (SSD)*, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kandungan lumpur, pengujian analisis saringan dan pengujian berat isi. Untuk agregat kasar dilakukan pengujian keausan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian analisis saringan dan pengujian berat isi. Sedangkan untuk bahan ikat dan semen dilakukan pengujian kehalusan, berat jenis, konsistensi normal, dan waktu ikat. Air dilakukan uji visual.



Gambar 2. Abu eceng gondok

Tabel 2
Hasil perencanaan *mix design* (hasil analisis)

Jenis Sampel	fas	Air (h/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	AEG (kg/m ³)	Berat Volume (kg/m ³)
Beton Normal PPC	0,69	0,550	1,259	4,205	4,568	0	10,581
OPC 92% : AEG 8%	0,69	0,550	1,158	4,205	4,568	0,101	10,581
OPC 90% : AEG 10%	0,69	0,550	1,133	4,205	4,568	0,126	10,581
OPC 88% : AEG 12%	0,69	0,550	1,108	4,205	4,568	0,151	10,581

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dalam kondisi baik dan memenuhi persyaratan sesuai standar yang ada. Semen, abu eceng gondok dan air yang digunakan juga dalam kondisi baik.

3.1 Pengujian Kehalusan Bahan Ikat dan Semen



Gambar 3. *Ordinary Portland Cement (OPC)*

Setelah mempersiapkan alat dan bahan yang dapat digunakan, dapat dilakukan pembuatan benda uji, tapi sebelum itu perlu dilakukan perencanaan campuran beton. Perencanaan campuran menggunakan metode SNI 7656:2012 dengan f_c 20 MPa. Untuk pengujian kuat tekan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 cm x 30 cm dan untuk pengujian daya serap air benda uji silinder berukuran 10 cm x 20 cm. Pada beton segar dilakukan pengujian *slump* untuk mendapatkan nilai *slump* yang selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan (bekisting). Setelah benda uji dilepas dari cetakan dapat direndam.

Selanjutnya dapat dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* serta pengujian daya serap air beton pada umur 28 hari dengan persentase perbandingan berat beton saat kondisi jenuh kering permukaan dan berat kering oven, sehingga didapatkan hasil dan dapat dilakukan analisis data dengan pembahasan. Setelah itu, dapat diambil kesimpulan dan saran, dapat juga berisikan rekomendasi teknis yang berhubungan dengan penelitian.

Pengujian material bahan ikat dan semen dengan uji kehalusan menunjukkan kondisi yang baik.



Gambar 4. Pengujian kehalusan bahan ikat dan semen

Hasil pengujian kehalusan bahan ikat dan semen dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3
Hasil Pengujian Kehalusan Bahan Ikat dan Semen (hasil analisis)

Nomor Saringan	Tertahan (gram)				Kehalusan (%)			
	Semen PPC	Semen OPC : AEG			Semen PPC	Semen OPC : AEG		
		8%	10%	12%		8%	10%	12%
No. 100	0	0	0	0	0	0	0	0
No. 200	8	9	10	10	16	18	20	20
pan	42	41	40	40	84	82	80	80
Jumlah	50	50	50	50	100	100	100	100

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 didapat data-data yang telah memenuhi syarat yang sesuai dengan standar ketetapan pada SNI 15-2049-2004 kehalusan semen *portland*. Benda uji memenuhi syarat kehalusan 0% tertahan di atas saringan No. 100 dan pada saringan No. 200 untuk variasi semen PPC menunjukkan kehalusan sebesar 16%, dan untuk variasi semen OPC : AEG menunjukkan kehalusan sebesar 18%, 20%, dan 20%. Maka semen dalam penelitian ini memenuhi syarat kehalusan semen bahan campuran pengujian beton.

3.2 Pengujian Berat Jenis Bahan Ikat dan Semen

Pengujian material bahan ikat dan semen dengan uji berat jenis menunjukkan kondisi yang baik.



Gambar 5. Pengujian berat jenis bahan ikat dan semen

Tabel 4
Hasil pengujian berat jenis bahan ikat dan semen (hasil analisis)

Percobaan	Hasil (gram)			
	Semen PPC	Semen OPC : AEG		
	8%	10%	12%	
Berat Semen dan AEG (W1)	64	64	64	64
Berat Labu	175	175	175	175
Pembacaan Pertama (V1)	0,1	0,1	0,1	0,1
Pembacaan Kedua (V2)	21,4	21,3	21,2	21,1
Berat Isi Air Pada Suhu 25°C (d)	1	1	1	1
Berat Jenis ((W1)/(V2-V1)) x d	3,00	3,01	3,03	3,05
Berat Jenis Rata-rata (gram)	3,00	3,03		

Dari data hasil di atas maka didapat berat jenis semen pada jenis semen PPC didapatkan nilai sebesar 3,00 gram, untuk jenis semen OPC dengan variasi 8%, 10%, dan 12% dari terhadap berat semen didapatkan berat jenis sebesar 3,01 gram, 3,03 gram, dan 3,05 gram dan didapatkan berat jenis rata-rata sebesar 3,02 gram. Menurut SNI-15-2531-1991 batas minimum nilai berat jenis untuk semen sebesar 3,0 – 3,2 gram. Maka semen dalam penelitian ini memenuhi syarat berat jenis bahan campuran pengujian beton.

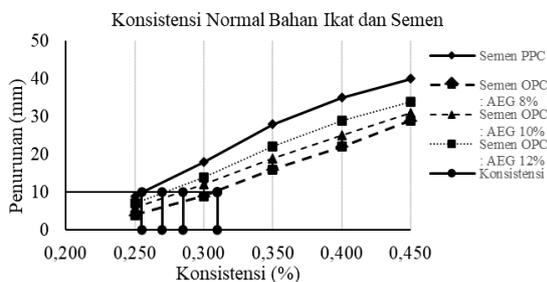
3.3 Pengujian Konsistensi Normal Bahan Ikat dan Semen

Pengujian material bahan ikat dan semen dengan uji konsistensi normal menunjukkan kondisi yang baik.



Gambar 6. Pengujian konsistensi normal bahan ikat dan semen

Hasil pengujian konsistensi normal bahan ikat dan semen dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Hasil pengujian konsistensi normal bahan ikat dan semen

Berdasarkan SNI 03-6826-2002 air konsistensi semen mekanis adalah 25% dan manual 32%, dari data di atas pada grafik V.3 didapatkan hasil konsistensi normal semen yaitu pada semen *Pozzolan Portland Cement (PPC)* sebesar 25,5%, dan untuk semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* dengan variasi substitusi abu eceng gondok 8%, 10%, dan 12% dari berat terhadap semen didapatkan hasil konsistensi normal semen sebesar 27%, 28,5%, dan 31%. Sehingga, nilai air konsistensi normal semen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan baik dan memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak persentase air mengurangi kekentalan pada semen. Semakin mengurangnya kekentalan pada semen akan membuat daya ikat semen akan mengurang sehingga dapat membuat adonan beton menjadi *bleeding*, dengan adanya penambahan abu eceng gondok dengan variasi 8%, 10%, dan 12% dari berat terhadap semen meningkatkan kekentalan pada semen dan meningkatkan daya ikat semen.

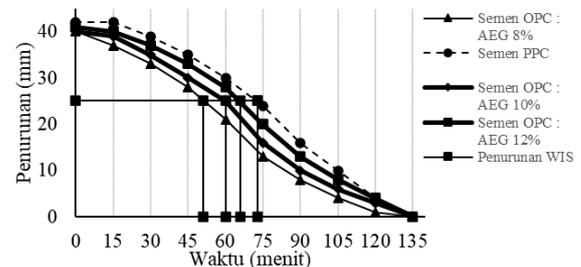
3.4 Pengujian Waktu Ikat Bahan Ikat dan Semen

Pengujian material bahan ikat dan semen dengan uji waktu ikat menunjukkan kondisi yang baik.



Gambar 8. Pengujian Waktu Ikat Bahan Ikat dan Semen

Hasil pengujian waktu ikat awal dan akhir bahan ikat dan semen dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil pengujian Waktu Ikat Awal dan Akhir Bahan Ikat dan Semen

Pengujian waktu ikat awal dan akhir semen berdasarkan SNI 03-6827-2002 didapatkan hasil seperti pada Tabel V.12, Gambar V.8 dimana waktu ikat awal dan akhir semen *Pozzolan Portland Cement (PPC)* sebesar 73 menit. Sedangkan pada campuran semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* dengan abu eceng gondok waktu ikat awal dan akhir semen untuk penggantian 8% abu eceng gondok sebesar 51 menit, untuk penggantian 10% abu eceng gondok sebesar 60 menit, dan untuk penggantian 12% abu eceng gondok sebesar 66 menit sesuai dengan syarat waktu awal dan akhir semen menurut SNI 03-6827-2002 yaitu untuk ikat awal lebih dari 50 menit dan untuk ikat akhir kurang dari 8 jam.

3.5 Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada beton segar, dimana ketika campuran beton yang dibuat telah tercampur secara merata dan homogen sebelum dilakukan pencetakan. Nilai *slump* rencana dalam penelitian ini ditentukan sebesar 75 mm – 100 mm. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 10. Pengujian slump

Tabel 5
Hasil pengujian slump (hasil analisis)

No.	Jenis Sampel	Slump (mm)			Rata-rata (mm)
1	PPC 0%	74	82	89	82
2	OPC 92% : 8% AEG	77	79	86	81
3	OPC 90% : 10% AEG	70	76	89	78
4	OPC 88% : 12% AEG	68	75	84	76

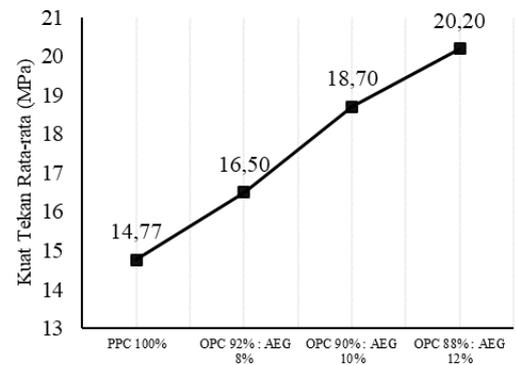
Berdasarkan Tabel 4 didapatkan nilai slump tertinggi diperoleh pada beton dengan semen tipe *Pozzolan Portland Cement (PPC)* yaitu sebesar 82 mm dan pada beton campuran semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* dengan abu eceng gondok untuk penggantian 8% abu eceng gondok yaitu sebesar 81 mm, untuk penggantian 10% abu eceng gondok yaitu sebesar 78 mm, sedangkan nilai slump terendah diperoleh pada beton campuran semen *Ordinary Portland Cement (OPC)* dengan abu eceng gondok untuk penggantian 12% abu eceng gondok yaitu sebesar 76 mm. Keempat jenis sampel menunjukkan bahwa adukan beton dapat dipakai atau memenuhi untuk pembeconan massal sesuai perencanaan tinggi nilai slump. Penggunaan abu eceng gondok sebagai bahan pengganti menunjukkan semakin banyak penggunaannya maka semakin rendah nilai slump yang dihasilkan dan memberikan efek nilai slump yang lebih rendah dibandingkan beton normal semen *Pozzolan Portland Cement (PPC)* Hal ini serupa dengan jurnal penelitian Junaidi dkk., (2022) dimana penambahan abu eceng gondok pada campuran beton akan menyebabkan slump test nya semakin kecil, berkurangnya nilai slump test ini sejalan dengan presentasi penambahan abu eceng gondok.

3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton menggunakan beton silinder berukuran $\varnothing 15$ cm x 30 cm yang

diuji saat beton beton berumur 28 hari menggunakan alat uji *Universal Testing Machine (UTM)*.

Hasil pengujian perkembangan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil perkembangan nilai kuat tekan beton

Tabel 6
Hasil pengujian kandungan kimia silika (SiO_2) pada abu eceng gondok di Laboratorium BPSMB Surakarta

Variasi (%)	Abu Eceng Gondok (gram)	Silika (SiO_2) (%)
0	0	23,13
8	652	40,29
10	815	50,37
12	978	60,44

Berdasarkan Gambar 11 menunjukkan bahwa hasil kuat tekan yang terjadi dari semua jenis sampel tidak memenuhi dan lebih rendah dari kuat tekan rencana, hanya satu yang memenuhi rencana. Dapat melihat bahwa dengan adanya variasi penambahan abu eceng gondok menunjukkan adanya peningkatan nilai kuat tekan beton. Terlihat pada gambar V.9 grafik pengujian perkembangan nilai kuat tekan beton belum terbaca atau belum bisa ditentukan nilai optimumnya. Peningkatan kuat tekan ini dimulai dari kondisi penambahan abu eceng gondok dari 8% hingga 12% dengan kuat tekan yang dihasilkan adalah 20,20 MPa. Dapat dilihat juga pada Tabel 5 merupakan hasil pengujian abu eceng gondok pada laboratorium BPSMB Surakarta dengan berat total saat di pengujian yaitu sebesar 100 gram, abu eceng gondok juga mengandung senyawa kimia Silika (SiO_2) berperan sebagai pengganti sebagian semen yang mampu menaikkan atau mempertahankan nilai kuat tekan, pada beton normal atau semen PPC

100% didapatkan nilai kuat tekan sebesar 14,77 MPa dan untuk semen OPC dengan pengganti sebagian semen dengan abu eceng gondok mampu menaikkan nilai kuat tekan hingga 1,73% pada variasi 8% dengan nilai kandungan senyawa silika (SiO_2) sebesar 40,29%, kenaikan terjadi pada variasi 10% sebesar 3,93% dengan nilai kandungan senyawa silika (SiO_2) sebesar 50,37%, dan kenaikan terjadi pada variasi 12% sebesar 5,43% dengan nilai kandungan senyawa silika (SiO_2) yang didapat sebesar 60,44%.

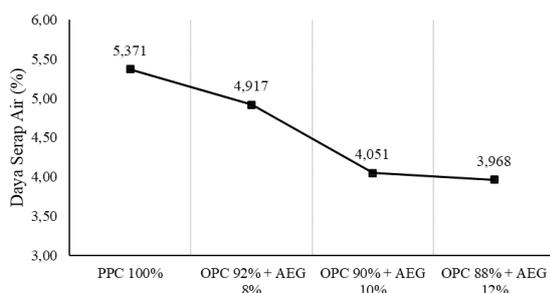
Dapat diketahui juga bahwa dari masing-masing jenis beton bervariasi, terutama pada pada berat jenis beton terbesar terlihat pada beton dengan campuran semen OPC 88% : AEG 12% sebesar $12,550 \text{ kg/m}^3$, sedangkan yang terkecil terdapat pada beton dengan semen PPC 100% sebesar $12,043 \text{ kg/m}^3$. Dalam hal ini dikarenakan sifat abu eceng gondok yang mampu mengisi rongga-rongga pada beton atau sebagai *filler* mengakibatkan semakin banyak penggunaan abu eceng gondok maka berat betonnya semakin tinggi, sehingga beton menjadi lebih padat dan memperkecil rongga yang ada.

3.7 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air beton menggunakan beton silinder berukuran $\text{Ø}10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ yang diuji saat beton berumur 28 hari. Untuk hasil pengujian perkembangan daya serap air dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 12. Pengujian daya serap air beton



Gambar 13. Hasil pengujian daya serap air beton

Berdasarkan Gambar 13 menunjukkan beton dengan pencampuran kandungan abu eceng gondok nilai daya serap airnya lebih rendah

dibandingkan pada beton normal dan nilai daya serap air paling rendah terlihat pada beton dengan kandungan 12% abu eceng gondok. Terlihat bahwa semakin tinggi kadar pengganti abu eceng gondok maka semakin rendah kemampuan beton untuk menyerap air atau beton menjadi kedap air. Hal ini menunjukkan bahwa abu eceng gondok yang dicampurkan ke dalam campuran beton mampu menjadi *filler* atau pengisi rongga pada beton, terutama karena ukuran butir abu eceng gondok yang lebih kecil (45 mm) dibandingkan dengan ukuran butiran semen (75 mm) sehingga mampu mengisi rongga atau pori yang terdapat pada beton, maka dari itu daya serap airnya rendah.

Di samping itu, pada penelitian ini beton dapat dikatakan kedap air karena memenuhi ketentuan minimum beton kedap air menurut SNI 03-2914-1992 yaitu ketika direndam dengan air normal selama 24 jam, serapan maksimumnya 6,5% terhadap berat beton kering oven. Dalam penelitian ini beton yang paling kedap air adalah beton dengan kandungan 12% abu eceng gondok dari berat semen sebesar 3,968%.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian pengaruh *pozzolan* buatan dari abu eceng gondok terhadap kuat tekan dan daya serap air beton normal ditinjau dari kemampuan beton segar, perkembangan kuat tekan, dan daya serap air beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggantian sebagian semen dengan variasi *pozzolan* buatan dari abu eceng gondok terhadap sifat beton segar mampu menurunkan *workability* pada interval yang diacu dengan nilai *slump* yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan beton normal semen tipe *Pozzolan Portland Cement (PPC)* tanpa campuran abu eceng gondok.
2. Penggantian sebagian semen dengan variasi *pozzolan* buatan dari abu eceng gondok memiliki perkembangan kuat tekan beton yang baik dan terus menunjukkan peningkatan, terutama pada beton dengan 12% abu eceng gondok kuat tekannya yang paling tinggi, meskipun peningkatan kuat tekan yang terjadi tidak terlalu ekstrim dan pada penelitian ini belum bisa menentukan nilai optimumnya.
3. Penggantian sebagian semen dengan variasi *pozzolan* buatan dari abu eceng gondok serapan airnya semakin kecil dibandingkan beton normal semen tipe *Pozzolan Portland*

Cement (PPC), dimana beton dengan 12% abu eceng gondok daya serap airnya yang paling rendah dan yang paling kedap air.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1992). *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*.
- Gunawan Priyatno, A. S. S. G. dan N. P. (2017). Penggunaan Batang Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. In *Jurnal BENTANG* (Vol. 5, Issue 1).
- Indra Lesmana, S. S. H. (2022). *Analisis Hubungan Kuat Tekan Beton Belah Beton Dengan Variasi Bahan Tambah Serbuk Eceng Gondok Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen*.
- Junaidi, A., Oemiati, N., Jendral, J., Yani, A., & Palembang, U. (2022). *Pemanfaatan Abu Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton* (Vol. 07, Issue 03).
- Safrin Zuraidah. (2022). *Penggunaan Limbah Eceng Gondok untuk Beton Fiber*.
- SNI 03-6826-2002. (2002). *Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Teknik Sipil*.
- SNI 03-6827-2002. (2002). *Metode pengujian waktu ikat awal semen portland dengan menggunakan alat vicat untuk pekerjaan sipil*.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*.
- SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton berat dan Beton Massa*. www.bsn.go.id
- SNI-15-2531-1991. (1991). *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*.
- Yeni Trianah dan Santi Sani. (2022). *Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton*.