

## STUDI PENGARUH PENAMBAHAN BUBUR KERTAS TERHADAP NILAI SERAPAN AIR PADA *PAPERCRETE*

Arqowi Pribadi 1<sup>\*</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel  
Jl. Jend. A. Yani 117, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur  
<sup>\*</sup>Email: arqowi.pribadi@uinsby.ac.id

### Abstrak

*Papercrete* terbuat dari kertas koran bekas diolah menjadi bubur kertas dicampurkan dengan bahan portland cement, pasir dan air. Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental di laboratorium terhadap campuran berat kertas, semen, pasir (KSP) dengan perbandingan variasi campuran KSP 1:1:1, KSP 2:1:1, KSP 3:1:1 untuk nilai FAS 1. Benda uji silinder berdiameter 75 mm dengan tinggi 275 mm sebanyak 9 buah untuk uji serapan air dengan tiga benda uji setiap variasi campurannya. Pengujian serapan air bertujuan mengetahui besarnya air yang diserap oleh adukan *papercrete* dengan cara membandingkan berat yang melewati perendaman air dan kondisi jenuh kering permukaan dengan berat dalam kondisi kering oven. Waktu perendaman dilakukan selama 10,5 menit; 30 menit; 60 menit; 24 jam; 2x24 jam dan 3x24 jam terhadap sampel *papercrete* berumur 28 hari. Hasil pengujian didapatkan nilai serapan air selama 10,5 menit berturut-turut pada benda uji KSP 111=44,28%; KSP 211=60,74%; KSP 311=85,73%; sedangkan nilai serapan air selama perendaman 24 jam berturut-turut pada benda uji KSP 111=48,98%; KSP 211=67,53%; KSP 311=93,57%. Penambahan material bubur kertas terbukti memperbesar nilai serapan air yang menyebabkan adukan *papercrete* memiliki kedapatan sangat kecil, bersifat porous dan permeabel sehingga tidak baik dipergunakan sebagai material yang disyaratkan dalam pembuatan beton kedap air.

**Kata kunci:** *papercrete*, bubur kertas, nilai serapan air

### PENDAHULUAN

Beton sebagai salah satu jenis bahan konstruksi bangunan sipil paling sering banyak dipergunakan oleh kalangan masyarakat luas terutama masyarakat berprofesi menjadi kontraktor (pelaksana). Perkembangan ekonomi dunia yang semakin pesat pada masa sekarang ini akan membuat bangunan bermaterial beton tumbuh besar di banyak tempat sehingga mengakibatkan jumlah produksi beton juga akan mengalami peningkatan secara signifikan. Pembuatan beton sering disamakan dengan sesuatu hal yang hanya merusak lingkungan semata mulai dari proses menggali batu kapur sebagai perekatnya, pembakaran, hasil emisinya dan lain sebagainya. Oleh karena itu, maka segera mengembangkan suatu beton yang terbuat dari material ramah lingkungan sehingga nantinya tidak perlu lagi pembangunan tidak bisa terselesaikan dengan alasan demi menjaga keberlanjutan lingkungan (Hardjito, 2010).

*Papercrete* adalah suatu material bangunan baru yang terdiri dari *pulped* daur ulang serat kertas dengan semen portland atau tanah liat dan atau kotoran lainnya sebagai tambahan. *Papercrete* sendiri mempunyai tiga masalah utama yaitu jamur, penyusutan dan juga waktu pengeringan yang lebih lambat. Permasalahan mendasar mengenai jamur mungkin yang paling serius dan juga yang paling sulit untuk menghindarinya. Hal ini dikarenakan *papercrete* bertindak seperti spons, menyerap air dan juga *wicking* dengan baik di luar titik masuknya. *Papercrete* memiliki kecenderungan untuk bisa menyerap air, baik melalui kondensasi ataupun sebagai cairan sebagai tanda-tanda adanya suatu kebocoran (Rama dan Sudhir, 2008).

*Papercrete* biasa digunakan sebagai komponen non-struktural seperti pengganti bata pada dinding, pengganti bahan *paving block*, rabat beton untuk lantai, partisi untuk dinding, sumbu resapan dan bermacam-macam ornamen lainnya. *Papercrete* bisa diproduksi sendiri tanpa perlu membeli di pabriknya, bahkan dicetak ataupun dicor sesuai dengan bentuk dan kekuatan yang diinginkan. *Papercrete* juga memiliki harga relatif lebih ekonomis karena berbahan pencampur dari kertas, berat relatif ringan dibandingkan memakai dinding bata dan kuat tekan yang relatif cukup tinggi. Di sisi lain penggunaan *papercrete* sendiri perlu mempertimbangkan aspek keselamatan bagi penggunaannya dan ramah lingkungan yang sangat cocok sekali dalam upaya penyelamatan lingkungan karena berhasil memanfaatkan barang bekas yang terbuat dari hasil eksploitasi alam seperti kertas

berbahan dasar serat kayu. *Papercrete* biasanya hampir 50% terbuat dari kertas bekas dan sisanya adalah hasil pencampuran antara semen, pasir dan air (Pribadi, 2010).

Pembuatan bubur kertas mengandung sekitar 50%-80% penggunaan kertas bekas dalam setiap campurannya. Kertas yang dipakai bervariasi seperti kartu nama, kertas majalah glossy, brosur iklan, kertas surat, koran dan lain sebagainya. Walaupun begitu, beberapa jenis kertas seperti koran dan HVS lebih gampang serta lebih baik dalam pengolahannya. Kertas yang sulit menyerap air seperti majalah lebih sulit untuk dibuat bubur kertasnya karena masih terlihat sekali material yang tidak diinginkan seperti kertas yang masih terlihat, selotip pada majalah dan lain sebagainya. Pembuatan bubur kertas memiliki kriteria campuran yang dapat menghasilkan berbagai macam kegunaan. Intinya adalah mencampurkan sobekan-sobekan kertas dengan air untuk mendapatkan bubur kertas, kemudian tinggal dicampurkan dengan bahan tambahan lainnya seperti semen dan pasir. (Kusmei, et al, 2008).

Absorpsi atau serapan air adalah suatu proses yang terjadi pada beton dengan cara masuknya air melalui pipa kapiler atau pori-pori yang terdapat pada permukaan beton dan biasanya terjadi pada bangunan yang berhubungan langsung dengan air seperti bangunan basement, dinding penahan tanah, tangki tandon air dan lain sebagainya. Hal ini merupakan masalah yang sangat serius menyangkut seberapa besar daya resap *papercrete* sendiri terhadap air tanah bila air itu meresap melalui pondasi *papercrete* dan merambat hingga ke dinding bangunan. Lapisan kantong pasir sebagai landasan pondasi dapat mencegah terjadinya serapan air jika memakai jenis pasir tidak mengandung tanah sebab uji coba kantong pasir dengan 30% campuran tanah hanya dalam 2 jam air sudah meresap memenuhi kantong. Hal ini semakin membuktikan bahwa campuran pasir dengan tanah (tanah liat) menyebabkan kombinasi yang bekerja seperti spon yang mudah sekali meresapkan air, sedangkan apabila menggunakan pasir murni dari dasar sungai atau tempat lain terbukti dalam waktu semalam tidak terjadi resapan air (Pribadi, 2010).

Menurut Widyawati (2011) benda uji penelitian berupa silinder yang memiliki diameter 7,5cm dan tinggi 15 cm dengan nilai Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,47; 0,5 dan 0,52 yang dilakukan perendaman selama 10,5 menit dan 1x24 jam sebanyak 3 buah benda uji setiap variasi campurannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai serapan air beton sebesar 1,36% untuk FAS 0,47; 2,03% untuk FAS 0,5; 3,1767% untuk FAS 0,52 dengan batas waktu perendaman selama 10,5 menit, sedangkan nilai serapan air beton dengan batas waktu perendaman selama 1x24 jam berturut-turut sebesar 3,04% untuk FAS 0,47; 5,62% untuk FAS 0,5 dan 10,68% untuk FAS 0,52. Nilai serapan air akan meningkat seiring dengan pertambahan nilai faktor air semen yang mana dapat menyebabkan timbulnya pori-pori pada beton sehingga beton lebih bersifat porous dan permeabel (mudah dilalui air) yang dibuktikan dengan tingginya nilai serapan air beton.

Penyerapan air pada *papercrete* sangat dipengaruhi oleh material bubur kertas yang memiliki berat ringan dengan tingkat porositas cukup tinggi. Material bubur kertas sangat berpengaruh dalam menentukan sifat adukan *papercrete* karena hampir meliputi 60% dari volume adukan *papercrete*. Material bubur kertas bersifat sangat cepat sekali menyerap air dalam proses hidrasi semen yang menyebabkan adukan *papercrete* memiliki banyak rongga di permukaan *papercrete* sehingga adukan *papercrete* akan bersifat lebih porous, nilai kekedapannya sangat kecil dan lebih mudah dilalui oleh air (permeabel). Penelitian ini bertujuan mengetahui besarnya air yang dapat diserap (serapan air) oleh adukan *papercrete* akibat adanya penambahan material bubur kertas setiap variasi campurannya sehingga bisa berpengaruh terhadap durabilitas struktur beton yang mengalami degradasi (penurunan) kekuatan dan ketahanannya.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ilmiah diperlukan langkah-langkah atau metode kerja yang runtut dan teratur mengenai suatu masalah, kasus, gejala, fenomena ataupun lainnya dengan jalan ilmiah agar mendapatkan sesuatu hasil ataupun jawaban yang sangat rasional, bisa diterima oleh khalayak umum dan dapat dipertanggungjawabkan akan kebenarannya. Studi ini menguraikan satu metode penelitian eksperimental yaitu metode yang bisa dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antar variabel yang diselidiki. Pada penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan mengambil 2 jenis variabel yaitu variabel bebas berupa campuran adukan *papercrete* setiap variasi campuran dan variabel tak bebas berupa pengujian serapan air pada campuran adukan *papercrete*.

### Bahan Penelitian

Bahan yang dipergunakan dalam pembuatan bubur kertas pada campuran adukan *papercrete* adalah kertas koran bekas. Berdasarkan uji awal yang telah dilakukan sebelumnya, maka langkah-langkah pembuatan bubur kertas dapat dijabarkan sebagai berikut ini :

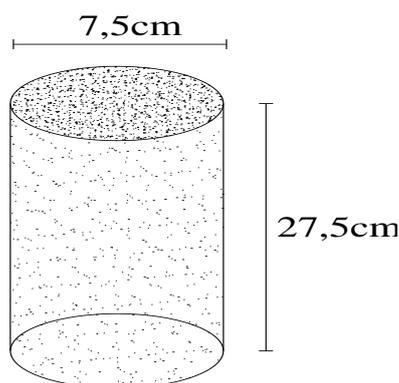
1. Kertas yang akan dicampur air dipotong menjadi bagian-bagian paling kecil untuk memudahkan dalam penyerapan air;
2. Potongan kertas dimasukkan kedalam ember berisi air dan dilakukan perendaman selama sekurang-kurangnya ialah 1 hari;
3. Kertas yang telah direndam kemudian diaduk dengan bor yang telah dipasangi dengan pengaduk adukan khusus;
4. Pengadukan dilakukan sampai diperoleh material bubur kertas yang sangathalus.

Bubur kertas yang dirasakan sudah sangat halus kemudian dicampurkan dengan bahan *portland cement* (PC), pasir dan airsehingga terbentuklah suatu campuran adukan *papercrete* yang kompak dan kuat. Langkah-langkah pembuatan benda uji *papercrete* dapat diuraikan sebagai berikut ini :

1. Menyiapkan material dan peralatan yang akan digunakan untuk campuran adukan *papercrete*;
2. Menyiapkan suatu wadah atau tempat cetaknya *papercrete*;
3. Menimbang masing-masing bahan penyusun campuran adukan *papercrete* berdasarkan pada perhitungan *mix design* awal *papercrete*;
4. Membuat campuran adukan *papercrete* dengan cara manual, mengaduk material yang telah ditimbang memakai alat cangkul atau cetok semen;
5. Selanjutnya bisa dilakukan pengecoran dengan cara menuangkan adukan *papercrete* ke dalam cetakan dan memberi tanda untuk masing-masing sampel;
6. Kemudian dilakukan pemadatan, setelah cetakan beton terisi penuh maka permukaan diratakan dan dibiarkan selama kurang lebih 7x24 jam;
7. Membuka cetakan beton dan kemudian melakukan perawatan dengan mengangin-anginkan *papercrete* dalam suhu ruangan sampai batas waktu pengujian tiba selama kurang lebih 28 hari.

### Benda Uji Penelitian

Benda uji berupa silinder beton yang terbuat dari campuran bubur kertas, *portland cement* (PC), pasir dan air yang dicetak ke dalam pipa PVC berdiameter 7,5 cm dengan tinggi 27,5 cm untuk pengujian permeabilitas pada *papercrete*. Penggunaan tambahan material bubur kertas pada campuran adukan *papercrete* dilakukan dengan cara variasi berat bubur kertas, *portland cement*, pasir dan air. Sampel benda uji berjumlah 9 buah dengan 3 buah benda uji tiap variasi campurannya untuk pengujian permeabilitas pada campuran adukan *papercrete*.



**Gambar 1.** Contoh sampel benda uji  
 (Sumber: Data pribadi, 2010)

**Tabel 1.** Sampel benda uji serapan air

No.	Sampel Benda Uji	Perbandingan Campuran K : S : P	Jumlah	Umur (Hari)
1	KSP 111	1 : 1 : 1	3	28
2	KSP 211	2 : 1 : 1	3	
3	KSP 311	3 : 1 : 1	3	
Jumlah Benda Uji Serapan Air			9	

(Sumber: Data pribadi, 2010)

Keterangan: KSP 211: Campuran *papercrete* dengan perbandingan 2 Kertas : 1 Semen : 1 Pasir

### Pengujian Serapan Air

Penelitian eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta berupa

peralatan satu set alat uji serapan air pada campuran adukan *papercrete* yang terdiri dari ember yang digunakan untuk merendam bahan uji dan timbangan manual untuk mengukur berat benda uji.

Pengujian serapan air pada adukan *papercreted* dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder beton berdiameter 7,5 cm dengan tinggi 27,5 cm menggunakan mekanisme pengujian sebagai berikut ini :

1. Setelah mencapai umur 28 hari setelah reaksi hidrasi pada semen selesai, sampel beton dikeringkan dengan oven sampai mencapai berat konstan;
2. Setelah dikeluarkan dari oven, semua sampel beton ditimbang;
3. Merendam sampel beton selama batas waktu 10,5 menit, 30 menit, 60 menit, 24 jam, 2 x 24 jam dan 3 x 24 jam sehingga diperoleh lebih banyak data sebagai bahan perbandingan;
4. Kemudian dibuat sampel beton dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD) dengan cara mengelap permukaan sampel benda uji memakai kain kering, setelah itu menimbang masing-masing sampel benda uji selama batas waktu perendaman tersebut dan membandingkan perbedaan antara berat sampel kondisi SSD dengan berat sampel kondisi kering oven;
5. Nilai serapan air ini biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase (%).

Nilai absorpsi atau serapan air adalah suatu nilai dimana air dapat masuk atau menembus beton melalui pori-pori (rongga-rongga) yang terdapat pada permukaan adukan *papercreted* dan biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Menurut Tjokrodinuljo (1996) besar serapan air pada beton dapat diukur dengan menggunakan nilai perbandingan antara berat beton dalam keadaan kering oven dengan berat beton dalam kondisi SSD selama batas waktu perendaman yang telah ditentukan dan dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$R = \frac{W - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan :

- $W_k$  = Berat beton dalam keadaan kering oven (gram)
- $W$  = Berat beton dalam kondisi SSD (gram)
- $R$  = Nilai absorpsi atau serapan air pada beton (%)

## Hasil dan Pembahasan

Pengujian serapan air pada campuran adukan *papercrete* dilakukan terhadap sampel benda uji berdiameter 7,5 cm dengan tinggi 27,5 cm setelah umur beton mencapai 28 hari. Pengujian serapan air bertujuan mengetahui besarnya air yang dapat diserap oleh adukan *papercrete* dengan cara membandingkan antara berat yang telah melewati proses perendaman dalam air dan kondisi jenuh kering permukaan (SSD) dengan berat kondisi kering oven. Selain itu, nilai serapan air juga bisa digunakan untuk mengetahui seberapa besar porositas beton sebagai salah satu tolak ukur durabilitas beton.



**Gambar 2.** Dokumentasi pengujian serapan air pada adukan *papercrete*  
(Sumber: Data pribadi, 2010)

Pada tahapan awal pengujian ini dilakukan pengamatan terhadap besarnya serapan air oleh masing-masing sampel benda uji campuran adukan *papercrete* selama batas waktu perendaman 10,5 menit, 30 menit, 60 menit, 24 jam, 2x24 jam dan 3x24 jam, kemudian dilakukan pengolahan data hasil pengujian untuk mengetahui besarnya persentase nilai serapan air pada campuran adukan *papercrete*. Nilai serapan air pada adukan *papercrete* dinyatakan dalam bentuk persentase (%).

**Tabel 2.** Hasil pengujian serapan air pada adukan *papercrete*

No.	Sampel Benda Uji	Sebelum di oven (gram)	Setelah di oven (gram)	Berat beton kertas dalam kondisi SSD (gram)					
				Berat beton setelah dioven dan direndam selama					
				10,5 menit	30 menit	60 menit	1 x 24 jam	2 x 24 jam	3 x 24 jam
1	KSP 111 <u>1</u>	1132,80	1098,55	1584,70	1604,85	1612,35	1630,85	1645,15	1650,65
2	KSP 111 <u>2</u>	1136,85	1103,10	1589,20	1618,75	1628,35	1645,15	1661,60	1664,15
3	KSP 111 <u>3</u>	1139,95	1106,90	1599,65	1620,85	1629,45	1652,95	1665,35	1666,90
4	KSP 211 <u>1</u>	909,30	871,75	1401,35	1420,05	1431,35	1463,65	1474,35	1482,35
5	KSP 211 <u>2</u>	915,85	878,80	1410,35	1434,45	1441,65	1475,15	1484,25	1489,75
6	KSP 211 <u>3</u>	926,95	888,35	1430,20	1438,70	1447,35	1482,15	1494,75	1500,75
7	KSP 311 <u>1</u>	717,95	678,15	1262,35	1269,90	1281,20	1315,35	1327,35	1340,15
8	KSP 311 <u>2</u>	716,55	676,70	1254,70	1262,85	1270,35	1305,55	1316,70	1331,85
9	KSP 311 <u>3</u>	713,65	673,75	1250,59	1265,25	1270,45	1305,95	1318,15	1325,85

(Sumber: Data pribadi, 2010)

Contoh perhitungan nilai serapan air (R) pada campuran adukan *papercrete* untuk sampel benda uji KSP 311 1 dengan campuran 3 kertas : 1 semen : 1 pasir selama perendaman 24 jam :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } W_k &= 678,15 \text{ gram} \\ W &= 1315,35 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{Nilai Serapan Air (R)} = \frac{W - W_k}{W_k} \times 100 \% = \frac{1315,35 - 678,15}{678,15} \times 100 \%$$

$$\text{Nilai Serapan Air (R)} = 93,96 \%$$

Jadi nilai serapan air (R) pada campuran adukan *papercrete* untuk campuran 3 kertas : 1 semen : 1 pasir selama perendaman 24 jam sebesar 93,96%.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan nilai serapan air pada adukan *papercrete*

No.	Sampel Benda Uji	Sebelum dioven (gram)	Setelah di oven (gram)	Selisih berat (gram)	Nilai serapan air setelah direndam selama (%)					
					10,5 menit	30 menit	60 menit	1 x 24 jam	2 x 24 jam	3 x 24 jam
					1	KSP 111 <u>1</u>	1132,80	1098,55	34,25	44,25
2	KSP 111 <u>2</u>	1136,85	1103,10	33,75	44,07	46,75	47,62	49,14	50,63	50,86
3	KSP 111 <u>3</u>	1139,95	1106,90	33,05	44,52	46,43	47,21	49,33	50,45	50,59
4	KSP 211 <u>1</u>	909,30	871,75	37,55	60,75	62,90	64,19	67,90	69,13	70,04
5	KSP 211 <u>2</u>	915,85	878,80	37,05	60,49	63,23	64,05	67,86	68,90	69,52
6	KSP 211 <u>3</u>	926,95	888,35	38,60	61,00	61,95	62,93	66,84	68,26	68,94
7	KSP 311 <u>1</u>	717,95	678,15	39,80	86,15	87,26	88,93	93,96	95,73	97,62
8	KSP 311 <u>2</u>	716,55	676,70	39,85	85,41	86,62	87,73	92,93	94,58	96,82
9	KSP 311 <u>3</u>	713,65	673,75	39,90	85,62	87,79	88,56	93,83	95,64	96,79

(Sumber: Data pribadi, 2010)

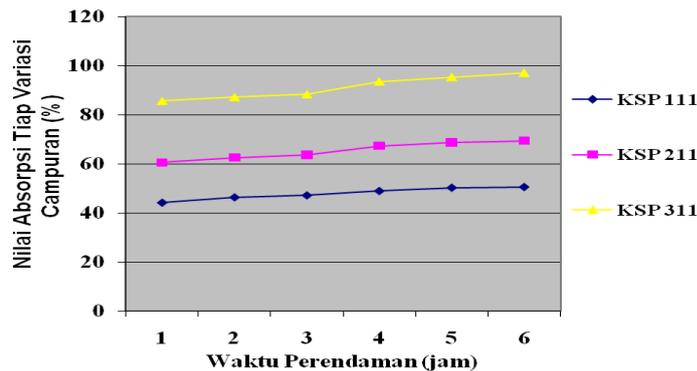
**Tabel 4.** Hasil perhitungan rata-rata nilai serapan air pada adukan *papercrete*

No.	Sampel Benda Uji	Nilai serapan air setelah direndam selama (%)					
		10,5 menit	30 menit	60 menit	1 x 24 jam	2 x 24 jam	3 x 24 jam
		1	KSP 111	44,28	46,42	47,20	48,98
2	KSP 211	60,74	62,69	63,72	67,53	68,76	69,50

3	KSP 311	85,73	87,22	88,41	93,57	95,32	97,07
---	---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(Sumber: Data pribadi, 2010)

Nilai serapan air pada campuran adukan *papercrete* selama perendaman 10,5 menit; 30 menit; 60 menit; 24 jam; 48 jam dan 72 jam diperoleh sampel benda uji KSP 111 dengan campuran 1 kertas : 1 semen : 1 pasir memiliki nilai absorpsi (serapan air) terkecil, sedangkan sampel benda uji KSP 311 dengan campuran 3 kertas : 1 semen : 1 pasir memiliki nilai absorpsi (serapan air) terbesar. Hasil pengujian dan perhitungan nilai serapan air pada campuran adukan *papercrete* menunjukkan bahwa setiap adanya penambahan prosentase material bubuk kertas ke dalam campuran adukan *papercrete*, maka akan selalu diiringi oleh kenaikan nilai serapan air dan begitu juga sebaliknya. Kondisi ini mungkin bisa terjadi dikarenakan oleh banyaknya pori-pori yang terjadi pada permukaan adukan *papercrete* akibat material bubuk kertas sangat reaktif dalam menyerap air.



**Gambar 3.** Perbandingan nilai serapan air adukan *papercrete* tiap variasi campuran  
(Sumber: Data pribadi, 2010)

Material bubuk kertas pada campuran adukan *papercrete* lebih banyak menyerap air sehingga dalam waktu 1 hari sudah akan mencapai kondisi jenuh air. Kondisi ini menunjukkan bahwa sifat material kertas yang ada dalam campuran adukan *papercrete* hanya berfungsi sebagai bahan *filler* atau pengisi saja tanpa memberikan daya dukung apapun yang baik terhadap sifat absorpsi (serapan air) pada adukan *papercrete*. Selain itu juga, sifat bahan kertas yang sangat cepat dalam menyerap air dalam proses hidrasi semen menyebabkan adukan *papercrete* memiliki kekedapan yang sangat kecil, bersifat porous dan permeabel sehingga bahan kertas kurang bagus digunakan sebagai bahan yang dipersyaratkan dalam pembuatan beton kedap air.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Nilai serapan air pada campuran adukan *papercrete* selama perendaman 10,5 menit; 30 menit; 60 menit; 24 jam; 48 jam dan 72 jam diperoleh sampel benda uji KSP 111 dengan campuran 1 kertas : 1 semen : 1 pasir memiliki nilai absorpsi (serapan air) terkecil, sedangkan sampel benda uji KSP 311 dengan campuran 3 kertas : 1 semen : 1 pasir memiliki nilai absorpsi (serapan air) terbesar. Kondisi ini bisa disebabkan oleh air yang seharusnya digunakan untuk proses kimia hidrasi semen malah lebih cepat dan lebih banyak diserap oleh material kertas sendiri sehingga proses hidrasi semen menjadi kurang sempurna yang mengakibatkan rongga-rongga pada permukaan beton semakin banyak terbentuk dan kepadatan beton menjadi semakin berkurang. Pada kondisi seperti ini beton akan bersifat porous dan mudah dilalui oleh air (permeabel).

### Saran

Dalam usaha menindaklanjuti penelitian ini ada kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik dan tepat hasil. Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Perlu memastikan bahwa alat-alat yang akan digunakan dalam kondisi baik;
2. Perlu dilakukan pengujian untuk umur adukan *papercrete* lebih dari 28 hari. Hal ini mengingat bahwa material kertas sangat cepat bereaksi dengan bahan-bahan penyusun beton pada umumnya;

3. Perlu diadakan penelitian terhadap penambahan zat aditif (khusus) lain yang sesuai dengan karakteristik *papercrete* yang dapat mengurangi penyerapan air oleh bahan kertas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hardjito, D. 2010. "Pembangunan Berkelanjutan Material Beton Ramah Lingkungan dan Edukasi Mahasiswa." Seminar Nasional Lingkungan Hidup, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Kusmei, et al. 2008. *Aplikasi Beton Bubur Kertas*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Arsitektur. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Pribadi, Arqowi. 2010. "Tinjauan Absorpsi dan Permeabilitas Beton Kertas Pada Variasi Campuran." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Rama, J.S.K, and Sudhir, V.R. 2008. "Papercrete". VR Siddhartha Engineering College (Autonomous). Department Of Civil Engineering, Republik Nasional India. Tersedia di: ram.heaven@gmail.com dan [lakshmiyouth.89@gmail.com](mailto:lakshmiyouth.89@gmail.com).
- Widyawati, R. (2011). "Serapan, Penetrasi dan Permeabilitas Beton Ringan." Seminar Nasional Sains dan Teknologi-IV, Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung, Bandar Lampung.