

## **ECO CEMENT: INOVASI FORMULA SEMEN DENGAN SUBSTITUSI ABU JERAMI PADI, ABU CANGKANG KERANG SIMPING DAN ALBUMEN PADA PORTLAND CEMENT**

**S Nurpadila<sup>1)</sup>, G Swanita<sup>2)</sup>, Hartono<sup>3)</sup>, P Widodo<sup>4)</sup>**

Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto nomor 13, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

E-mail: [spadilaaa@students.undip.ac.id](mailto:spadilaaa@students.undip.ac.id)<sup>1)</sup>, [galuhswanita@students.undip.ac.id](mailto:galuhswanita@students.undip.ac.id)<sup>2)</sup>,  
[drshartono@lecturer.undip.ac.id](mailto:drshartono@lecturer.undip.ac.id)<sup>3)</sup>, [pujiwidodo@lecturer.undip.ac.id](mailto:pujiwidodo@lecturer.undip.ac.id)<sup>4)</sup>

### **ABSTRAK**

*Semen memiliki waktu pengikatan awal, serta mengalami proses hidrasi. Waktu pengikatan dan hidrasi ini dipengaruhi oleh komposisi semen dan konsentrasi air yang digunakan. PT Semen Gresik Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi semen termasuk Portland Cement (PC), produksi di Indonesia mencapai 12 juta ton pertahun dengan kenaikan 10% tiap tahunnya. Hal tersebut berbanding lurus dengan jumlah kebutuhan bahan baku semen berupa batu kapur dan berdampak pada eksploitasi batu kapur. Mengacu pada permasalahan ini, dibuat sebuah inovasi “Eco Cement - Inovasi Formula Semen Dengan Substitusi Abu Jerami Padi, Abu Cangkang Kerang Simping Dan Albumen Pada Portland Cement” sebagai langkah untuk memanfaatkan sumber daya alam guna meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan uji kehalusan (SNI 15-2530-1991), uji konsistensi normal (SNI 81-0013-1981), uji waktu pengikatan awal (SNI 81-0013-1981), dan uji kekekalan (SNI 7024:2014). Dalam penelitian ini menggunakan rencana perbandingan komposisi campuran Eco Cement : Semen Gresik yaitu 25%:75%, 50%:50%, dan 75%:25%. Inovasi ini menghasilkan Eco Cement ramah lingkungan dengan waktu pengikatan dan hidrasi yang baik pada perbandingan campuran 25% :75% yaitu S7 dan S9, untuk 50%:50% pada S1 dan S5, dan 75%:25% pada S5 dan S9.*

**Kata kunci:** *Portland cemen, Kerang Simping, Albumen, Sumber Daya Alam, Eksperimental*

### **1. Pendahuluan**

Semen merupakan bahan perekat yang terbuat dari campuran batu kapur dan tanah liat, semen memiliki beberapa jenis diantaranya yaitu *Portland Cement* (PC). PC ini merupakan jenis semen yang umum digunakan dalam dunia konstruksi, diantaranya sebagai bahan campuran beton, mortar, dan plesteran. Dalam penggunaannya, semen memiliki waktu pengikatan awal serta mengalami proses hidrasi. Waktu pengikatan dan hidrasi ini dipengaruhi oleh komposisi semen dan konsentrasi air yang digunakan (Hardianti et al., 2018).

Di Indonesia, terdapat perusahaan yang memproduksi *Portland Cement* (PC), salah satunya yaitu PT. Semen Gresik Indonesia. Produksi semen Gresik di Indonesia mencapai 12 juta ton pertahun dengan kenaikan 10% tiap tahunnya, hal tersebut berbanding lurus dengan jumlah kebutuhan bahan baku semen berupa batu kapur (, 2017). Gresik merupakan salah satu daerah yang terkena dampak eksploitasi batu kapur, terutama pada paska penambangan (Mukarromah et al., 2021). Seluas

265 hektar kubangan bekas tambang PT.Semen Indonesia, meliputi Kecamatan Gresik, Kecamatan Manyar, Kecamatan Kebomas dan terdapat gugusan bukit kapur di sepanjang Wilayah Gresik Utara yang mengalami kerusakan cukup parah (GresikNews, 2017). Selain, kekayaan alam berupa batu kapur dan tanah liat, Gresik juga memiliki kekayaan alam lainnya. Terbukti pada tanggal 13 September 2021 Kabupaten Gresik masuk kedalam lima besar daerah di Indonesia dengan produksi padi tertinggi dalam penghargaan Abdi Bhakti Tani tahun 2021 yang ditetapkan di Istana Wapres, Jakarta (Redaksi, 13 September 2021). Wilayah Kabupaten Gresik juga mempunyai sumber daya alam hasil laut yang melimpah salah satunya yaitu kerang simping, mengingat sebagian Wilayah di Gresik terletak di daerah pesisir (Jamilah, 2020).

Mengacu pada permasalahan yang ada, dilakukan penelitian dengan metode eksperimental melalui sebuah inovasi *Eco Cement* - inovasi formula *cement* dengan substitusi abu jerami padi, abu cangkang kerang simping dan albumen pada *portland cement*. Inovasi ini bertujuan untuk

mengatasi permasalahan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada, serta mendapatkan komposisi campuran yang efektif untuk digunakan dan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Jerami Padi

Jerami bisa dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau diolah menjadi abu dan dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan semen ramah lingkungan. Abu jerami padi berasal dari sisa pembakaran jerami. Kandungan silika pada abu jerami padi hampir sama dengan kandungan silika pada semen yaitu sebesar 72,28% (Bakri, 2013). Selain itu juga ada beberapa kandungan senyawa kimia. Ukuran partikel abu jerami padi yang halus mempengaruhi laju hidrasi, dan berpengaruh pada kekuatan pasta semen dimana semakin kecil ukuran partikel maka kekuatan pasta semen semakin meningkat (Dermibas, 2004). Partikel abu jerami padi yang lebih kecil daripada semen dapat dimanfaatkan sebagai mikrofiller sehingga kerapatan komposit semen meningkat (Nehdi, 2004).

**Tabel 1.** Kandungan Kimia Abu Jerami Padi (Bakri, 2013)

Kandungan	Jumlah kadar (% berat)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32
SiO <sub>2</sub>	72,28
CaO	0,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,37
Hilang pijar	21,43

### 2.2 Cangkang Kerang Simpson

Cangkang dari kerang simping banyak memiliki kalsium karbonat (Agustini et al., 2011), oleh karena itu untuk mengurangi pencemaran lingkungan pantai di Gresik, cangkang kerang simping dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk semen. Kulit kerang sebagian besar mengandung sumber mineral dan kandungan karbonat yang tinggi setelah mengalami proses penggilingan (Setyaningrum, 2009). Selain itu terdapat 38% kandungan kalsium.

**Tabel 2.** Kandungan Kimia Abu Cangkang Kerang Simpson (Maritho Shinta 2009)

Kandungan	Jumlah kadar (% berat)
SiO <sub>2</sub>	7,88
CaO	66,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25
MgO	22,28

### 2.3 Albumen (Putih Telur)

Telur merupakan bahan pangan yang kerap dikonsumsi oleh manusia. Terdapat dua bagian dalam telur yaitu, putih dan kuning telur. Putih telur merupakan cairan putih yang mengandung 60% putih telur dan kental 40% putih telur encer (Handika et al., 2019). Zat protein albumen yang terkandung dalam putih telur yaitu sebesar 95% (Purnani, 2019), zat albumen inilah yang digunakan sebagai bahan perekat pada campuran pengganti semen. Untuk 1kg putih telur, jika dikristalisasi akan menjadi 550 gram albumen (Kulla, 2018).

### 2.4 Portland Cement (PC)

Portland Cement merupakan bahan perekat yang dipakai dalam pembangunan. Menurut KBBI semen adalah serbuk yang terbuat dari kapur yang diperuntukan merekatkan batu bata dan digunakan untuk membuat beton. Semen sendiri memiliki kandungan diantaranya, Silika (IV) Oksida (SiO<sub>2</sub>), Kalsium (II) Oksida, (CaO) Aluminium (III), Besi (III) Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Setiadji et al., 2020). Zat-zat yang terkandung ini yang menjadikan semen bisa menjadi bahan perekat jika dicampurkan dengan air. Semen akan berubah menjadi pasta jika bercampur dengan air sehingga dapat digunakan untuk menepelkan bata atau menjadi campuran beton (Damayanti et al., 2021).

**Tabel 3.** Kandungan Kimia Portland Cement (SNI 15-2049-2004)

NO	URAIAN	JENIS PORTLAND CEMENT (%)				
		I	II	III	IV	V
1.	SiO <sub>2</sub> ,	-	20,0	-	-	-

	minimum					
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0	-	-	-
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0	-	6,5	-
4.	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5.	SO <sub>3</sub> , maksimum Jika C <sub>3</sub> A ≤ 8,0 Jika C <sub>3</sub> A >	3,0 3,5	3,0	3,5 4,5	2,3	2,3
6.	Hilang pijar, maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7.	Bagian tak larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8.	C <sub>3</sub> S, maksimum	-	-	-	35	-
9.	C <sub>2</sub> S, minimum	-	-	-	40	-
10.	C <sub>3</sub> A, maksimum	-	8,0	15	7	5
11.	C <sub>4</sub> AF + 2C <sub>3</sub> A atau C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F, maksimum	-	-	-	-	25

### 2.5 Sumber Daya Alam

Sumber daya alam merupakan bahan yang didapat dari alam yang bisa dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan makhluk hidup di bumi. Sumber daya alam ini memiliki dua jenis, yaitu hayati dan non-hayati (Wijayanto, 2016). Sumber daya alam hayati yaitu berasal dari makhluk hidup, contohnya padi dan simping. Sumber daya alam non-hayati atau ketersediaan bahan yang dihasilkan dari non-makhluk hidup yang berasal dari alam, contohnya batu kapur, air dan kekayaan alam lainnya. Kedua jenis sumber daya alam ini bisa digunakan dan dimanfaatkan seefisien mungkin untuk kebutuhan hidup makhluk hidup dengan tetap memperhatikan ketersediannya di alam

### 2.6 Uji Kehalusan (*Blaine Test*)

Uji kehalusan merupakan uji yang sangat penting dilakukan karena dapat mempengaruhi waktu pengikatan partikel air dengan semen. Waktu hidrasi semen akan lebih cepat jika semakin halus semen yang diuji. Selain itu tingkat kehalusan yang tinggi pada semen juga dapat mengakibatkan naiknya air ke permukaan (*bleeding*) sehingga menyebabkan keretakan. Adapun tujuan dari uji kehalusan yaitu untuk mendapatkan tingkat kehalusan pada semen dengan ketentuan lolos saringan nomor 100 (0,150 mm) dan saringan nomor 200 (0,075mm) sesuai dengan SNI 15-2530-1991.

Rumus Kehalusan :

$$\text{Kehalusan (F)} = A/B \times 100 \%$$

Dengan : F = prosentase kehalusan (%)

A = berat benda uji yang

tertahan disaringan nomor 200/100

B = Berat benda uji semula

(gram)

### 2.7 Uji Konsistensi Normal

Uji konsistensi normal bertujuan untuk mengetahui jumlah air terbaik yang dibutuhkan pada pasta campuran *sample* uji. Jika jarum vicat mengalami penurunan sebesar 9 mm – 11 mm pada 30 detik maka uji konsistensi normal dikatakan berhasil. Nilai pada uji konsistensi normal dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain kehalusan semen, suhu ruangan, kelembaban, formula senyawa yang terkandung di dalamnya dan prosentase air. Syarat dalam uji konsistensi normal sudah ditentukan pada SNI 81-0013-1981.

Rumus Konsistensi Normal :

$$\text{Konsentrasi} = (\text{Berat Air})/(\text{Berat Semen}) \times 100 \%$$

### 2.8 Uji Waktu Pengikatan Awal

Uji waktu pengikatan awal dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan semen agar bisa mengeras, yang dimulai pada saat pencampuran air dengan semen (pasta semen) hingga semen mengeras. Adapun standar yang digunakan dalam uji waktu pengikatan awal yaitu SNI 15-2049- 2004. Dalam uji ini terdapat 2 jenis waktu ikat yang berbeda yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Waktu ikat awal dapat dikatakan memenuhi jika jarum penetrasi mencapai angka  $25 \pm 1$  mm.

### 2.9 Uji Kekakuan (Uji Kue)

Uji kekakuan merupakan uji yang digunakan untuk menentukan ketahanan semen dengan melihat sifat fisik pasta yang telah

mengeras dan sudah melewati proses perebusan selama 3 jam. Uji ini akan tercapai apabila sifat fisik pasta (bentuk pasta) tidak berubah mulai dari sebelum melewati masa perebusan hingga pasta telah direbus selama 3 jam. Kekekalan semen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kandungan kapur yang terlalu banyak dan proses pembakaran tidak sempurna, selain itu juga prosentase jumlah magnesium didalamnya. Syarat dalam pengujian ini yaitu SNI 7024:2014.

**3. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, berlangsung mulai Senin, 27 Maret 2023 – Jumat, 19 Mei 2023 (33 hari).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk pengembangan, dengan maksud mengembangkan sebuah produk yang sudah ada dengan penambahan inovasi formula, dan dapat diuji kelayakan serta keefektifannya.

**3.1 Mix Design**

*Mix Design* atau perancangan campuran merupakan variasi komposisi campuran pada *sample* uji yang dibuat untuk mengetahui dan membedakan hasil dari pengujian yang dilakukan. Dalam penelitian ini, menggunakan 2 tahap *mix design*. Tahap pertama yaitu tahap *mix design* dari *eco cement* yang akan dijadikan bahan campuran terhadap semen Gresik. Lalu, dilanjutkan dengan *mix design* dengan persentase perbandingan antara *eco cement* dan semen Gresik.

**Tabel 4. Mix Design Eco Cement**

	S1 (g)	S2 (g)	S3 (g)	S4 (g)	S5 (g)	S6 (g)	S7 (g)	S8 (g)	S9 (g)	S10 (g)
Abu jerami padi	100	200	150	100	150	200	100	200	150	100
Abu cangkang kerang	200	100	150	200	150	100	200	100	150	100
Albumen	10	12,5	15	15	12,5	10	12,5	15	10	100

**Tabel 5. Mix Design Perbandingan**

<i>Eco Cement</i>	25 %	50%	75%
<i>Cement Gresik</i>	75%	50%	25%

**Tabel 6. Mix Design Perbandingan 1**

	25% : 75%									
	S1 (g)	S2 (g)	S3 (g)	S4 (g)	S5 (g)	S6 (g)	S7 (g)	S8 (g)	S9 (g)	S10 (g)
Abu jerami padi	25	50	37,5	25	37,5	50	25	50	37,5	25
Abu cangkang kerang	50	25	37,5	50	37,5	25	50	25	37,5	25
Albumen	10	12,5	15	15	12,5	10	12,5	15	10	50
Semen Gresik	240	243,75	247,5	247,5	243,75	240	243,75	247,5	240	225

**Tabel 7. Mix Design Perbandingan 2**

	50% : 50%									
	S1 (g)	S2 (g)	S3 (g)	S4 (g)	S5 (g)	S6 (g)	S7 (g)	S8 (g)	S9 (g)	S10 (g)
Abu jerami padi	50	100	75	50	75	100	50	100	75	50
Abu cangkang kerang	100	50	75	100	75	50	100	50	75	50
Albumen	10	12,5	15	15	12,5	10	12,5	15	10	50
Semen Gresik	160	162,5	165	165	162,5	160	162,5	165	160	150

**Tabel 8. Mix Design Perbandingan 3**

	75% : 25%									
	S1 (g)	S2 (g)	S3 (g)	S4 (g)	S5 (g)	S6 (g)	S7 (g)	S8 (g)	S9 (g)	S10 (g)
Abu jerami padi	75	150	112,5	75	112,5	150	75	150	112,5	75
Abu cangkang kerang	150	75	112,5	150	112,5	75	150	75	112,5	75
Albumen	10	12,5	15	15	12,5	10	12,5	15	10	50
Semen Gresik	80	81,25	82,5	82,5	81,25	80	81,25	82,5	80	75

### 3.2 Pembuatan *Eco Cement*

#### 3.2.1 Alat dan Bahan

**Tabel 9. Alat dan Bahan**

ALAT	BAHAN
Sarung Tangan	Abu jerami padi
Loyang	Albumen (putih telur)
Mangkuk Keramik	Cangkang kerang simping
Mangkuk Aluminium	Semen
Piring Aluminium	Air
Sendok Perata (spatula kecil)	Abu jerami padi
Toples Aluminium	Albumen (putih telur)
Cawan Keramik	
Kuas	
Cetok (Sendok Semen)	
Kapi	
Gelas	
Penjepit	
Gunting	
Mortar	
Lumpang Besi	
Timbangan	

Saringan	
Oven	
Furnace	
Water Bath	
Vicat	
Cincin Konik	
Plat Kaca	
Sieve Shaker	
Penggaris	
Varnier Cliper	

#### 3.2.2 Pengolahan

##### 1. Abu Jerami Padi

- Jerami padi di timbang untuk mengetahui berat awal sebelum dilakukan pengeringan
- Jerami padi dikeringkan menggunakan oven.
- Selanjutnya jerami padi ditimbang

kembali

- Kemudian jerami dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil guna mempermudah proses pembakaran
- Dilanjutkan dengan proses pembakaran hingga menjadi abu.
- Jerami yang sudah menjadi abu kemudian dihaluskan menggunakan mortar.
- Dilakukan uji kehalusan dengan saringan nomor 200 (0,075 mm).
- Abu jerami yang telah lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhir.
- Mengulangi step ke 7 untuk setiap abu jerami yang belum lolos saringan nomor 200 (0,075 mm)

#### 2. Abu Cangkang Kerang Samping

- Cangkang kerang samping akan direndam selama 24 jam dan dibersihkan dari lumpur,
- Selanjutnya dikeringkan dengan cara dijemur.
- Cangkang kerang samping ditumbuk menggunakan lumping besi untuk memperkecil ukuran cangkang.
- Setelah itu akan dilakukan penimbangan berat awal cangkang.
- Selanjutnya dilakukan proses kalsinasi pada suhu 1000<sup>o</sup>C selama 15 menit menggunakan alat furnace.
- Cangkang kerang yang telah menjadi abu akan dihaluskan kembali menggunakan mortar.
- Dilakukan uji kehalusan menggunakan saringan nomor 200 (0,075 mm).
- Untuk abu cangkang kerang yang telah lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) akan ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhir.
- Mengulangi step ke 7 untuk setiap abu cangkang kerang samping yang belum lolos saringan nomor 200 (0,075 mm).

#### 3. Albumen (Puth Telur)

- Dilakukan penimbangan putih telur.
- Selanjutnya proses kristalisasi pada albumen (putih telur) menggunakan alat kristalizer.
- Hasil dari kristalisasi dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan mortar.

- Selanjutnya dilakukan uji kehalusan menggunakan saringan nomor 200 (0,075 mm).
- Albumen yang telah lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) ditimbang kembali untuk mengetahui berat akhir.
- Mengulangi step ke 3 untuk setiap albumen yang belum lolos saringan nomor 200 (0,075 mm).

#### 4. Semen Gresik

- Dilakukan penimbangan Semen gresik.
- Selanjutnya dilakukan uji kehalusan menggunakan saringan nomor 200 (0,075 mm).
- Untuk semen yang telah lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) akan ditimbang Kembali untuk mengetahui berat akhir.

### 4. Pembahasan

#### 4.1 Hasil Penelitian

Materi bahasan mengenai hasil uji campuran tiap variasi (*Mix Design*). Adapun uji yang dilakukan yaitu uji kehalusan (*Blaine Test*), Uji konsistensi normal, uji waktu pengikatan awal dan uji kekekalan (Kue).

##### 4.1.1 Uji Kehalusan (*Blaine Test*)

Pada pengujian kehalusan ini diperuntukkan untuk bahan substitusi Portland Cement yang terdiri dari abu jerami padi, abu cangkang kerang, albumen dan *Portland Cement*. Pada uji kehalusan ini menggunakan alat *sieve shaker* dengan saringan nomor 200 (0,075 mm). Hasil uji ditentukan dari bahan yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm)

**Tabel 10.** Hasil Uji Kehaluan

Nama Bahan	Berat (Kg)			
	Kondisi Basah	Kondisi Kering	Menjadi Bubuk	Lolos Saringan 200
Jerami Padi	18	13,2	9,3	8
Cangkang Kerang Samping	9	8,8	8,53	8
Albumen	2	-	1,2	1
<i>Portland Cement</i>	-	-	7,5	6

**4.1.2 Uji Konsistensi Normal**

Uji konsistensi normal bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi air terbaik pada setiap variasi, menggunakan alat vicat dengan jarum berdiameter 4 mm. Uji ini dilakukan pada setiap variasi campuran eco cement dengan perlakuan yang sama. Konsentrasi air yang digunakan yaitu 29 %, 30%, 31% dan 32%. Hasil uji konsistensi normal pada penelitian ini ditentukan jika penurunan jarum vicat pada 30 detik pertama sebesar 10 mm.

**Tabel 10.** Hasil Uji Konsistensi Normal Semen Gresik

KONSISTENSI NORMAL SEMEN GRESIK MURNI			
SUHU (OC)	KADAR AIR (%)	PENURUNAN JARUM (mm)	
		S1	S2
31	29	10	10
	30	12	12
	31	14	13
	32	21	20

**Tabel 11.** Hasil Uji Konsistensi Perbandingan 1

KONSISTENSI NORMAL ECO-CEMENT : SEMEN GRESIK (25 % : 75%)											
SUHU (°C)	KADAR AIR (%)	PENURUNAN JARUM (mm)									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
31	29	9	9	8	9	10	9	9,5	6	6	14
	30	9,5	11	9	9	11	10	10	7	9	15
	31	10	12,5	10	10	11	11	11	9	11	15
	32	12	15	11	10,5	12	13	12	10	12	20

**Tabel 12.** Hasil Uji Konsistensi Perbandingan 2

KONSISTENSI NORMAL ECO-CEMENT : SEMEN GRESIK (50 % : 50%)											
SUHU (°C)	KADAR AIR (%)	PENURUNAN JARUM (mm)									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
31	29	7	5	7	11	6	4	9	6	8	23
	30	9	6	8	12	7	5	10	7	9	24
	31	11	7	9	13	9	7	12	7,5	10	25
	32	12	9	12	15	10	8,5	12,5	8	12	27

**Tabel 13.** Hasil Uji Konsistensi Perbandingan 3

KONSISTENSI NORMAL ECO-CEMENT : SEMEN GRESIK (75% : 25%)											
SUHU (°C)	KADAR AIR (%)	PENURUNAN JARUM (mm)									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
31	29	2	0	6	2	8	1	3	2	7	29,5
	30	3,5	0	6	3	9	2	4	3	8	29
	31	5	0	8	5	9,5	4	6	5	9	31
	32	8	1	9	7	10	5	8,5	6	10	32

Hasil uji memenuhi standart penurunan jarum sebesar 10 mm pada 30 detik pertama yaitu:

A. Hasil Uji Konsistensi Normal Semen Gresik pada *sample* 1 & 2 konsentrasi air terbaik pada 29 %

B. Hasil Uji Konsistensi Normal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)

- Pada *sample* 1 konsentrasi air terbaik pada 31 %
- Pada *sample* 2 konsentrasi air terbaik pada 29,5 %
- Pada *sample* 3 konsentrasi air terbaik pada 31 %
- Pada *sample* 4 konsentrasi air terbaik pada 31 %
- Pada *sample* 5 konsentrasi air terbaik pada 29 %
- Pada *sample* 6 konsentrasi air terbaik pada 30 %
- Pada *sample* 7 konsentrasi air terbaik pada 30 %
- Pada *sample* 8 konsentrasi air terbaik pada 32 %
- Pada *sample* 9 konsentrasi air terbaik pada 31,5 %

C. Hasil Uji Konsistensi Normal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)

- Pada *sample* 1 konsentrasi air terbaik pada 30,5 %
- Pada *sample* 3 konsentrasi air terbaik pada 30,25 %
- Pada *sample* 5 konsentrasi air terbaik pada 32 %

- Pada *sample* 7 konsentrasi air terbaik pada 30 %

- Pada *sample* 9 konsentrasi air terbaik pada 31 %

D. Hasil Uji Konsistensi Normal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)

- Pada *sample* 5 konsentrasi air terbaik pada 32 %
- Pada *sample* 9 konsentrasi air terbaik pada 32 %

Berdasarkan SNI 81-0013-1981, pasta semen yang baik adalah pasta yang mengalami penurunan jarum 10 mm pada saat pengujian konsistensi normal. Oleh karena itu, *sample* uji yang memiliki hasil penurunan < 10 dan > 10 pada konsentrasi air yang telah ditentukan (29 %, 30%, 31%, 32%), maka tidak dilakukan uji selanjutnya.

#### 4.1.3 Uji Waktu Pengikatan Awal

Uji waktu pengikatan awal bertujuan untuk mengetahui durasi perkerasan semen. Uji ini menggunakan alat berupa *vicat* dengan ukuran jarum 0,01 mm, dengan perlakuan yang sama pada setiap variasi campuran *Eco- cement* berdasarkan konsentrasi air terbaik yang di dapatkan dari hasil uji konsistensi normal. Uji pengikatan awal ini dengan cara menghitung penurunan jarum di setiap 15 menit dimulai pada saat semen bercampur dengan air membentuk pasta semen (menit ke- 0) hingga menit ke- 120, dengan ketentuan penurunan jarum *vicat* berdasarkan SNI sebesar  $\leq 25$  mm.



Adapun hasil uji waktu pengikatan awal adalah sebagai berikut:

**Tabel 14.** Hasil Uji Mengikat dan Mengeras Semen

SEMEN MURNI (GRESIK)				
Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Air (%)	Penurunan Jarum	
			S1	S2
0	31	29	40	40
15			40	40
30			40	40
45			38	37
60			36	36
75			31	33
90			28	27
105			27	26
120			24	25

**Tabel 15.** Hasil Uji Mengikat dan Mengeras Perbandingan 1

ECO-CEMENT : SEMEN GRESIK (25 % : 75%)											
Penurunan Jarum Vicat Pada <i>Sample</i> (mm)											
<i>Sample</i>	Suhu (°C)	Air (%)	Waktu (menit)								
			0	15	30	45	60	75	90	105	120
S1	31	31	40	40	40	38	36	31	28	27	24
S2		29,5	40	40	40	37	36	33	27	26	25
S3		31	34	31	23	-	-	-	-	-	-
S4		31	40	40	40	40	40	35	33	30	24
S5		29	40	40	40	40	40	35	34	34	33
S6		30	37	29	24	-	-	-	-	-	-
S7		30	40	40	40	40	32	30	25	-	-
S8		32	40	40	39	39	37	35	31	28	25
S9		30,5	40	40	40	40	36	33	29	24	-

**Tabel 16.** Hasil Uji Mengikat dan Mengeras Perbandingan 2

ECO-CEMENT : SEMEN GRESIK (50 % : 50%)											
Penurunan Jarum Vicat Pada <i>Sample</i> (mm)											
<i>Sample</i>	Suhu (°C)	Air (%)	Waktu (menit)								
			0	15	30	45	60	75	90	105	120
S1	31	30,5	40	40	33	32	31	27	26	22	21
S3		31,25	40	40	38	36	3	29	28	27	22
S5		32	40	38	36	31	24	-	-	-	-
S7		30	40	40	40	40	40	40	40	40	40
S9		31	40	40	40	40	40	35	34	33	30

S9		40	35	34	29	21	18	-	-
----	--	----	----	----	----	----	----	---	---

Hasil uji memenuhi standart penurunan jarum sebesar 25 mm pada 120 menit yaitu :

- A. Hasil Uji Waktu Pengikatan Awal Semen Gresik
  - Pada *sample* 1 & 2 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
- B. Hasil Uji Waktu Pengikatan Awal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)
  - Pada *sample* 1 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
  - Pada *sample* 2 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
  - Pada *sample* 3 waktu mengikat semen pada menit ke- 30
  - Pada *sample* 4 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
  - Pada *sample* 6 waktu mengikat semen pada menit ke- 30
  - Pada *sample* 7 waktu mengikat semen pada menit ke- 90
  - Pada *sample* 8 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
  - Pada *sample* 9 waktu mengikat semen pada menit ke- 105
- C. Hasil Uji Waktu Pengikatan Awal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)

- Pada *sample* 1 waktu mengikat semen pada menit ke- 105
- Pada *sample* 3 waktu mengikat semen pada menit ke- 120
- Pada *sample* 5 waktu mengikat semen pada menit ke- 60
- D. Hasil Waktu Pengikatan Awal Eco – Cement : Semen Gresik (25 % : 75 %)
  - Pada *sample* 5 waktu mengikat semen pada menit ke- 60
  - Pada *sample* 9 waktu mengikat semen pada menit ke- 60

**4.1.4 Uji Kekekalan (Uji Kue)**

Uji kekekalan merupakan uji yang berfungsi untuk menentukan ketahanan semen dengan melihat sifat fisik pasta yang telah mengeras dan sudah melewati proses perebusan selama 3 jam. Uji ini akan tercapai apabila sifat fisik pasta (bentuk pasta) tidak berubah mulai dari sebelum melewati masa perebusan hingga pasta telah direbus selama 3 jam. Uji ini dilakukan pada variasi campuran Eco- cement yang mwmiliki waktu pengerasan < 120 menit. Adapun hasil uji kekekalan adalah sebagai berikut :

**Tabel 18.** Hasil Uji Kekekalan

Sample	Komposisi	Ukuran				Kondisi Akhir
	Eco – Cement : Semen Gresik	Sebelum		Sesudah		
		Diameter (mm)	Tebal (mm)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	
S1	Semen Gresik	80	11,07	79	11	Keropos
S2		78	10,9	78	10,9	KEKAL
S1	25 % : 75 %	85	12,04	83	9,07	Keropos
S2		85	14,06	85	10,75	Keropos
S3		75	15,01	75	11	Retak
S4		80	15,01	80	10,7	Keropos
S6		76	14,06	70	10,05	Retak
S7		75	10,03	75	10,03	KEKAL
S8		78	11	78	10,3	Keropos
S9		77	10,6	77	10,6	KEKAL
S1	50 % : 50 %	78	10,02	78	10,02	KEKAL

S3		80	13,04	78	9	Keropos
S5		78	9,5	78	9,5	KEKAL
S5	75 % : 25 %	75	9,02	75	9,02	KEKAL
S9		78	11,01	78	11,01	KEKAL

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pengamatan setiap uji pada berbagai variasi campuran, didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pengolahan abu jerami padi dilakukan dengan cara dibakar hingga menjadi abu, untuk abu cangkang kerang simping bisa didapat dengan melakukan pengabauan menggunakan furnace, dan untuk albumen perlu dilakukan kristalisasi dengan alat bernama kristalizer.
- Dari pengujian konsistensi normal didapatkan 16 variasi yang memiliki konsentrasi air terbaik antara 29 % - 32 %, yang terdiri dari :
  - Eco- cement* : Semen Gresik (25 % : 75 %) = 9 variasi ( S1- S9)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (50 % : 50 %) = 5 variasi ( S1, S3, S5, S7, S9)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (75 % : 25 %) = 2 variasi ( S5, S9)
- Dari pengujian waktu pengikatan awal didapatkan 13 variasi yang memiliki waktu mengeras  $\leq 120$  menit, yaitu :
  - Eco- cement* : Semen Gresik (25 % : 75 %) = 8 variasi ( S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (50 % : 50 %) = 3 variasi ( S1, S3, S5,)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (75 % : 25 %) = 2 variasi ( S5, S9)
- Dari pengujian kekekalan didapatkan 6 variasi memiliki kekekalan dan sifat fisik yang sama (tidak berubah) terdiri dari :
  - Eco- cement* : Semen Gresik (25 % : 75 %) = 2 variasi (S7, S9)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (50 % : 50 %) = 2 variasi ( S1, S5,)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (75 % : 25 %) = 2 variasi ( S5, S9)
- Dari 30 variasi *sample* campuran yang memenuhi SNI keempat uji yaitu ada 6 variasi *sample*
  - Eco- cement* : Semen Gresik (25 % : 75 %) = 2 variasi (S7, S9)
  - Eco- cement* : Semen Gresik (50 % : 50

%) = 2 variasi ( S1, S5,)

- Eco- cement* : Semen Gresik (75 % : 25 %) = 2 variasi ( S5, S9)

- Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu, eco cement menghasilkan waktu pengikatan awal lebih cepat serta teruji kekekalannya pada komposisi dengan jumlah yang sama antara abu jerami padi dan abu cangkang kerang simping dengan albumen sebanyak 10 sampai 12,5 g.

### 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan dalam keberlanjutan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Untuk penelitian selanjutnya, lebih memperhatikan suhu ruangan pada uji konsistensi normal maupun uji waktu pengikatan awal. Diusahakan suhu selalu sama atau konstan, karena dapat mempengaruhi hasil dari uji.
- Dapat menambah variasi konsentrasi air pada uji konsistensi normal untuk mendapatkan konsentrasi air terbaik dari variasi yang tidak memenuhi pada konsentrasi air 29 % - 32 %.
- Menambah rentang waktu pada uji waktu pengikatan awal untuk variasi yang memiliki waktu pengikatan awal lebih dari 120 menit.

### Daftar Pustaka

- [1] Mega Hardianti H.P 1, Helga Dwi Fahyuan, Mardian Peslinof, Nasri Mz , Febri Maulana, Elmas Dopri (2018). "Peningkatan Waktu Ikat Semen Ppc Akibat Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Pozolan". Jop, Vol. 4 No. 1, November 2018: 7 – 11
- [2] Siti Mukaromah, A. S. (2021). "Perancangan Lahan Pasca Tambang Sebagai Resort Di Kawasan Gresik". *Rumah Jurnal*, 1-6.
- [3] Jamilah Zuhrotul. (2020). "Potensi Wilayah Dalam Pengembangan Perikanan Di Kabupaten Gresik", 5-13.
- [4] Bakri. (2013). "Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen". *Jurnal*

- Perennial*, 5(1) : 9-14, 9-14.
- [5] Bakri. (2013). “Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen”. *Jurnal Perennial*, 5(1) : 9-14, 9-14.
- [6] Demirbas, A. 2004. A Discussion Of The Paper “Performance Of Rice Husk Ash Produced Using A New Technology As A Mineral Admixture In Concrete”. *Cement And Concrete Research*. 34: 1269.
- [7] Nehdi, M. 2004. A Reply To The Discussion By A. Demirbas Of The Paper “Performance Of Rice Husk Ash Produced Using A New Technology As A Mineral Admixture In Concrete”. *Cement And Concrete Research*. 34:1271–1272.
- [8] Tri Winarni Agustini, Susana Endah Ratnawati, Bambang Argo Wibowo, Johannes Hutabarat, (2011). “Pemanfaatan Cangkang Kerang Simping (Amusium Pleuronectes) Sebagai Sumber Kalsium Pada Produk Ekstrudat”
- [9] Setyaningrum, S., H.I. Wahyuni Dan Sukamto, 2009. “Pemanfaatan Kalsium Kapur Dan Kulit Kerang Untuk Pembentukan Cangkang Dan Mobilisasi Kalsium Tulang Pada Ayam Kedu, Puslitbang Peternakan”.
- [10] Shinta Marito Siregar (2009).” Pemanfaatan Kulit Kerang Dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer”.Tesis.Jurusan Fisika Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.
- [11] Pan Surya Handika, Reskhi Dwi Putra Sianturi, Henny Puspita Sari Putri Lynna A Luthan, (2019). “Beton Dari Abu Ampas Tebu Dan Putih Telur” *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil* Vol. 5, No.1, Juni 2019: 8-14, Issn-E : 2477-4901, Issn-P: 2477-4898.
- [12] Weni Tri Purnani, (2019). “Perbedaan Efektivitas Pemberian Putih Telur Dan Ikan Gabus Terhadap Penyembuhan Luka Perineum Ibu Nifas”
- [13] Kulla Anggi. (2018). “Albumin Dari Putih Telur Ayam Dengan Proses Dialisis Dan Pengeringan”
- [14] Bagus Hario Setiadji, (2020). “Studi Penggunaan Semen Slag Sebagai Substitusi Semen Portland Pada Beton”
- [15] Arif Wijayanto, (2016). “Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan”. Vol 6 No 1