

## PENGARUH VARIASI SUHU PEMBAKARAN ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP WAKTU IKAT DAN KUAT TEKAN MORTAR

Mudiono Kasmuri<sup>1\*</sup>, Dios Desti Harani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma, Palembang,

\*Email: mudionokasmuri@binadarma.ac.id, dios.desti@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan efek pengaruh variasi suhu pembakaran terhadap waktu ikat dan kuat tekan mortar. Abu sawit berasal dari proses pembakaran cangkang menjadi abu. Proses pembakaran ini menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika Oksida (SiO<sub>2</sub>) hingga 54,53% serta senyawa lainnya yang juga terdapat pada semen (Balai Riset dan Standardisasi Padang, 2015). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa abu cangkang sawit mengandung unsur silika yang cukup besar, sehingga abu cangkang sawit ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah atau substitusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah abu cangkang sawit sebagai bahan substitusi semen terhadap waktu ikat dan kuat tekan mortar, metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan benda uji kubus ukuran 5x5x5 cm sebanyak 36 buah yang terdiri dari 9 benda uji mortar setiap variasi. Berdasarkan penelitian ini didapat hasil kuat tekan mortar maximum di umur 28 hari, mortar normal (MN)= 16,4 Mpa, mortar tanpa pembakaran (MS0)= 20,8 Mpa, mortar suhu pembakaran 600°C (MS1)= 9,84 Mpa dan mortar suhu 700°C (MS2)= 12,8 Mpa. Dan untuk hasil pengujian waktu ikat mortar, daya ikat mortar sangat lambat terdapat pada mortar suhu pembakaran 600°C dan 700°C dibandingkan waktu ikat pada mortar normal (MN) dan mortar tanpa pembakaran (MS0).

**Kata kunci:** abu cangkang sawit, kuat tekan, suhu pembakaran, waktu ikat

### Abstract

The study in this research is how the variation in combustion temperature affects the binding time and compressive strength of the mortar. Palm ash comes from the process of burning the shell into ash. This combustion process removes the organic chemical content and leaves silica oxide (SiO<sub>2</sub>) up to 54.53% and other compounds also found in cement. The results of the study show that palm shell ash contains a fairly large silica element, so that the palm shell ash can be used as added ingredients or substitution. This study aims to determine the effect of palm kernel ash waste as cement substitution material on binding time and mortar compressive strength, the method used is the experimental method using 36 cube size 5x5x5 cm specimens consisting of 9 mortar specimens every variation. Based on this research, the results of the maximum mortar compressive strength at the age of 28 days, normal mortar (MN)= 16.4 Mpa, mortar without combustion (MS0)= 20.8 Mpa, mortar combustion temperature 600°C (MS1)= 9.84 Mpa and mortar temperature 700°C (MS2)= 12.8 Mpa. And for the results of testing the mortar setting time, the bonding capacity of the mortar is very slow in the mortar combustion temperature of 600°C and 700°C compared to the binding time of normal mortar (MN) and mortar without combustion (MS0).

**Keywords:** oil palm ash, mortar, compressive strength, temperature, setting time

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam sektor pembangunan memicu tingginya kebutuhan semen yang berpengaruh pada peningkatan produktifitas. Produktifitas yang tinggi berdampak pada peningkatan biaya produksi. Kondisi tersebut akan berpengaruh pada kesediaan bahan baku dimasa yang akan datang. Mortar merupakan campuran pengisi pada beton yang terdiri dari agregat halus (pasir), air dan semen pada proporsi tertentu sebagai bahan perekat.

Penerapan pencampuran mortar dalam pelaksanaan dilapangan masih cenderung tidak berubah, masyarakat masih menggunakan semen potrland sebagai bahan pengikat utama. Pada proporsi tertentu nilai kuat tekan mortar judtru menunjukkan penurunan kuat tekan. Pada penelitian

ini digunakan bahan material yaitu abu sawit sebagai bahan substitusi dengan harapan dapat menghasilkan mortar yang memiliki kuat tekan yang tinggi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui konsistensi waktu ikat mortar dengan bahan abu cangkang sawit sebagai bahan substitusi semen.
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan mortar terhadap pembakaran variasi suhu sengan bahan abu cangkang abu sawit sebagai bahan substitusi semen.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Mortar

Menurut SNI 03-6882-2002 mortar didefinisikan sebagai bahan campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), air dan semen dengan komposisi tertentu. Standar mortar berdasarkan kekuatannya untuk sebuah konstruksi dapat dilihat pada Tabel 1. berikut :

**Tabel 1. Standar mortal berdasarkan kuat tekan minimum**

No	Tipe Mortar	Kuat Tekan Minimum
1	Mortar Tipe M	17,2 Mpa (Kuat Tekan Tinggi)
2	Mortar Tipe S	12,4 Mpa (Kuat Tekan Sedang)
3	Mortar Tipe N	5,2 Mpa (Kuat Tekan Rendah)
4	Mortar Tipe O	2,5 Mpa (Kuat Tekan Rendah)

Sumber : SNI 03-6882-2002

1. Mortar tipe M  
Mortar tipe M digunakan untuk dinding dekat tanah, adukan pipa air kotor, adukan dinding penahan tanah, adukan untuk jalan.
2. Mortar tipe S  
Mortar tipe S digunakan bila tidak disyaratkan menggunakan tipe M tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya gamping.
3. Mortar tipe N  
Mortar tipe N digunakan untuk pasangan dinding.
4. Mortar tipe O  
Mortar tipe O digunakan untuk konstruksi dinding yang tidak menahan beban lebih dari 7 kg/cm<sup>2</sup>, dan gangguan cuaca tidak berat.

## 2.2 Bahan-Bahan Penyusun Mortar

### 2.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah bahan batuan halus yang terdiri dari butiran yang berukuran 0,15-5 mm yang didapat dari hasil disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dengan memecahkannya (*artificial sand*). Pasir alam dibedakan atas: pasir galian, pasir sungai dan pasir laut (butir-butir pasir yang dibawa kepantai) (Tjokrodimuljo, 1996).

### 2.2.2 Air

Tjokrodimuljo (1998) menjelaskan bahwa air merupakan bahan dasar untuk membuat mortar atau beton yang penting namun harganya paling murah. Sedangkan air merupakan bahan campuran beton yang penting karena berperan secara aktif dalam reaksi kimia dengan semen. Sehingga kuantitas dan kualitas air yang digunakan perlu diperhatikan standar kelayakan air untuk campuran beton adalah bila air layak minum, maka layak pula untuk campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memiliki standar persyaratan air minum) (Tjokrodimuljo, 1998).

### 2.2.3 Semen

Berdasarkan (SNI 15-2049-1994) semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland yang terutama terdiri dari kalsium silikat yang

bersifat hidrolis, digiling bersama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Komposisi semen berbagai tipe sebagaimana tampak pada Tabel 2. berikut :

**Tabel 2. Komposisi semen**

Tipe semen	Sifat pemakaian	Kadar senyawa (%)				Kehalusan blaine (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat 1 hari (kg/cm <sup>2</sup> )	Panas hidrasi (J/g)
		C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF			
I	Umum	50	24	11	8	350	1000	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi rendah	25	50	8	12	300	450	210
V	Tahan sulfat	40	40	9	9	350	900	250

### 2.3 Abu Cangkang Sawit

Abu sawit memiliki potensi sebagai bahan *pozzolan* pada semen. Abu sawit yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai kandungan *silika* yang sangat tinggi (PT.Semen Padang, 1990). Pengujian karakteristik abu sawit bertujuan untuk mengetahui komponen kimia abu sawit. Pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan sebagian sampel abu sawit ke Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang. Berikut komponen kimia abu sawit yang dapat dilihat pada Tabel 3. berikut:

**Tabel 3. Komponen kimia abu sawit**

No	Parameter Uji	Hasil Analisis (%)
1	SiO <sub>2</sub>	54,53
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,90
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,86
4	CaO	7,49
5	MgO	1,21
6	Na <sub>2</sub> O	0,09
7	K <sub>2</sub> O	4,31
8	MnO	0,07
9	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,90
10	SO <sub>3</sub>	0,87
11	Cu	0,02
12	Zn	0,01

Sumber : Balai Riset dan Standardisasi Padang, 2015

### 2.4 Penelitian Terdahulu

Peneliti yang dilakukan oleh Elhusna et al, 2013 yang berjudul Perilaku Kuat Tekan Mortar Semen Pasangan Dengan Abu Sawit yang di Oven dan Tidak di Oven, Mortar yang diteliti memiliki perbandingan semen dan pasir 1 : 3 dan 1 : 5. Variasi persentase AS yang dibuat berada antara 0 sampai 10 dengan kenaikan 2,5 %. 200 kubus mortar berdimensi 50 mm. Pengujian dilakukan ketika mortar berumur 28 hari, hasil uji analisa varian untuk kuat tekan mortar AS yang dioven signifikan untuk kuat tekan mortar 1 : 5 dan tidak signifikan untuk kuat tekan mortar 1 : 3. Peningkatan kuat tekan mortar 1 : 5 dengan AS dioven meningkat sebesar 0,66 % pada persentase penambahan AS 10 %. Sebaliknya, hasil uji analisa varian untuk kuat tekan mortar dengan AS tidak dioven signifikan untuk untuk kuat tekan mortar 1 : 3 dan tidak signifikan untuk kuat tekan mortar 1 : 5. Peningkatan 1,54 % kuat tekan mortar 1 : 3 AS tidak dioven terjadi pada 2,5 % penambahan AS dibandingkan dengan mortar tanpa AS.

Sedangkan penelitian yang dilakukan Winda et al, 2013) yang berjudul Karakteristik Mortar Geopolimer Abu Sawit dengan Variasi Modulus Aktivator. Komposisi bahan kimia 1 – 2 % dari berat abu sawit bahan tambah kimia yang digunakan adalah jenis sikamen-NN dengan dosis 1,5 % dari berat binder. Pembuatan sampel menggunakan cetakan mortar 5 x 5 x 5cm dengan pemadatan

32 kali tusukan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa abu sawit yang tidak diolah memiliki kuat tekan paling rendah (2.56 MPa), sedangkan pembakaran kembali abu sawit menggunakan furnace dengan suhu 500 °C selama 1 jam meningkatkan kuat tekan sangat signifikan (21.97 MPa).

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum pembuatan benda uji, alat yang digunakan telah dipersiapkan dan bahan-bahan dasar yang digunakan dipersiapkan dan diuji terlebih dahulu.

#### 3.2 Pengujian Sifat-sifat Bahan

Sebelum dibuat benda uji mortar, bahan-bahan penyusun yang terdiri dari agregat halus diuji sifat-sifatnya terlebih dahulu, pengujian agregat halus meliputi : Pengujian berat jenis pasir berdasarkan (SNI 03-1970-2008), Pengujian kadar lumpur pasir berdasarkan (SK SNI S-04-1989-F), Pengujian kadar air pasir berdasarkan (SK SNI 03-1971-1990), pengujian gradasi pasir berdasarkan (SNI 03-1968-1990).

#### 3.3 Pembuatan Benda Uji

Setelah semua material sudah siap untuk proses pencampuran, komposisi campuran yang digunakan adalah komposisi standar (SNI 03-6825-2002), serta penambahan 5 % abu sawit pembakaran variasi suhu sebagai bahan substitusi semen.

#### 3.4 Pengujian Waktu Ikat (*setting time*)

Pengikatan adalah perubahan bentuk dari bentuk cair menjadi bentuk padat. Waktu ikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Waktu ikat awal semen didapat ketika penurunan mencapai 25 mm. Berdasarkan (ASTM C – 191), langkah pengujian adalah dengan melepaskan jarum vicat berdiameter 1 mm ke dalam adukan semen pada selang waktu 15 menit, jarak memindahkan jarum minimal 1 cm, setiap kali jarum diturunkan dicatat penurunannya. Waktu pengikatan awal diperoleh jika penurunan mencapai 25 mm.

**Tabel 4. Sampel benda uji *setting time***

No	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji <i>Setting Time</i>
1	MN	1
2	MS0	1
3	MS1	1
4	MS2	1
Jumlah		4

*Sumber : Hasil Perhitungan 2018*

#### 3.5 Pengujian Kuat Tekan

Setelah benda uji telah sampai umur yang diinginkan, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar berdasarkan perbedaan umur perawatannya. Pengujian kuat tekan dilakukan mengikuti (SNI 03-6825-2002). Pengujian dilakukan menggunakan mesin *Cement Compression Machine*.

**Tabel 5. Sampel benda uji penelitian**

No	Kode Benda Uji	Umur		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari
1	MN	3	3	3
2	MS0	3	3	3
3	MS1	3	3	3
4	MS2	3	3	3

Total per waktu uji	12	12	12
Total keseluruhan	36		

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Analisa Bahan

Penelitian ini merupakan studi eksperimen di laboratorium. Pembuatan, perawatan, dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang. Hasil pengujian yang dapat dibahas meliputi hasil pengujian karakteristik material agregat, waktu ikat dan kuat tekan mortar. Pengujian agregat halus meliputi:

##### 4.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Hasil pengujian berat jenis agregat halus pada observasi padat didapat 2424,24 gr/cm<sup>3</sup> dan pada observasi gembur didapat 2083,33 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan untuk hasil pengujian berat jenis kering didapat 2,32 %, berat jenis jenuh permukaan didapat 2,60 %, berat jenis semu sebesar 3,25 % dan penyerapan (*absorption*) didapat 12,36 %.

##### 4.1.2 Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat di tabel dibawah ini:

**Tabel 6. Hasil pengujian kadar lumpur**

No	URAIAN	TINGGI		
		I	II	III
1	Tinggi Pasir (t1) (ml)	31	32	39
2	Tinggi Lumpur (t2) (ml)	1	1	1
3	Kadar Lumpur $(t2/(t1+t2))*100$ (%)	3.13	3.03	2.5
<b>Kadar Lumpur Rata-rata (%)</b>		<b>2.89</b>		

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

##### 4.1.3 Pengujian Kadar Air Pasir

Hasil pengujian kadar air dapat dilihat di tabel dibawah ini :

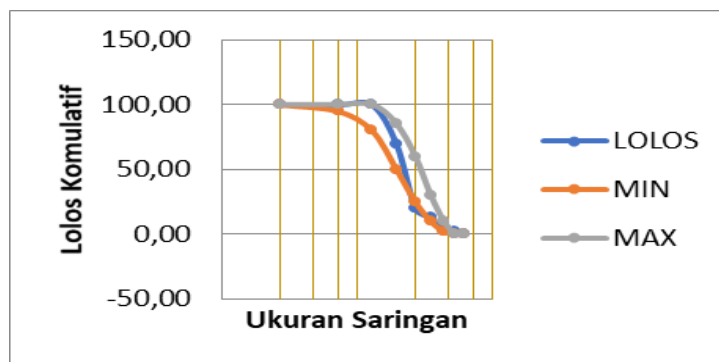
**Tabel 7. Hasil pengujian kadar air**

OBSERVASI		
No.	Keterangan	Berat
1	Berat Talam (w1)	132 gr
2	Berat Talam + Benda Uji (w2)	1132 gr
3	$W3 = W2 - W1$	1000 gr
4	Benda Uji Sudah Dioven + Talam (w4)	970 gr
5	Benda Uji Kering (w5)	838 gr
Kadar Air (%) $((w3-w5)/w3)*100$		16,20 %

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

##### 4.1.4 Pengujian Gradasi Pasir

Hasil pengujian gradasi agregat halus didapat MHB sebesar 1,03.



**Gambar 1. Grafik Gradasi Pasir**  
 Sumber: Hasil Perhitungan 2018

**4.2 Komposisi Campuran Mortar**

Berdasarkan hasil analisis, komposisi material untuk sampel kubus mortar dengan menggunakan cetakan kubus berukuran 5 × 5 × 5 cm, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 8. Komposisi material**

No	Kode Benda Uji	Jumlah	Komposisi (gram)			
			Semen	Abu Sawit	Pasir	Air (ml) (0,484)
1	MN	9	787,5	-	2165,1	381,2
2	MS0	9	748,2	39,3	2165,1	381,2
3	MS1	9	748,2	39,3	2165,1	381,2
4	MS2	9	748,2	39,3	2165,1	381,2

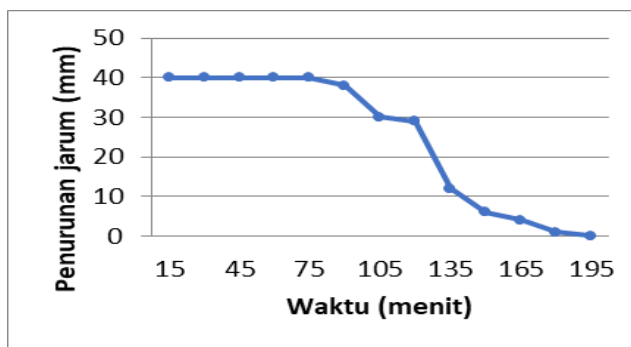
Sumber: Hasil Perhitungan 2018

**4.3 Hasil Pengujian Waktu Ikat (setting time)**

**Tabel 9. Hasil Pengujian Setting Time MN**

No	Waktu (menit)	Penurunan Jarum (mm)
		MN
1	15	40
2	30	40
3	45	40
4	60	40
5	75	40
6	90	38
7	105	30
8	120	29
9	135	12
10	150	6
11	165	4
12	180	1
13	195	0
<i>Initial Sett</i>		135
		2 Jam 15 Menit
<i>Final Sett</i>		195
		3 Jam 15 Menit

Sumber: Hasil Analisis 2018

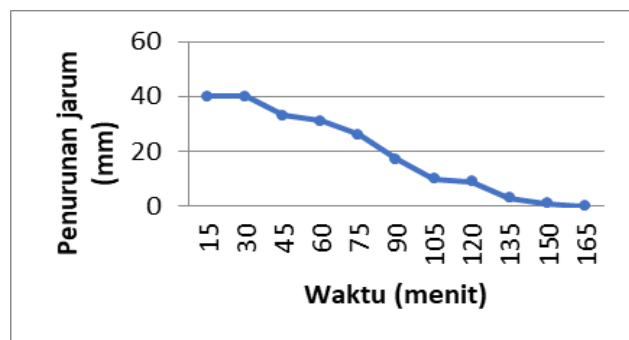


**Gambar 2. Grafik Pengujian *Setting Time* MN**  
*Sumber: Hasil Analisis 2018*

**Tabel 10. Hasil Pengujian *Setting Time* MS0**

No	Waktu (menit)	Penurunan Jarum (mm)
		MS0
1	15	40
2	30	40
3	45	33
4	60	31
5	75	26
6	90	17
7	105	10
8	120	9
9	135	3
10	150	1
11	165	0
<i>Initial Sett</i>		90 1 Jam 30 Menit
<i>Final Sett</i>		165 2 Jam 45 Menit

*Sumber : Hasil Analisis 2018*



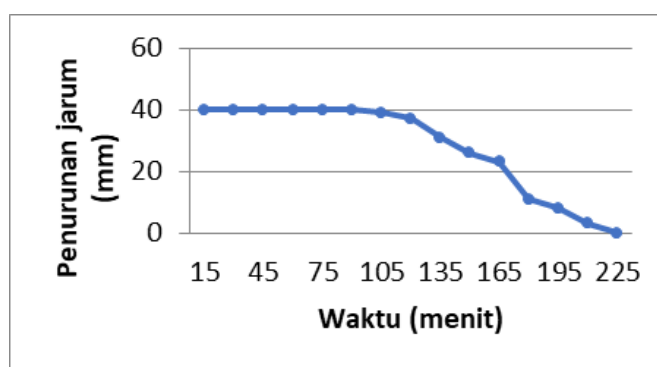
**Gambar 3. Grafik Pengujian *Setting Time* MS0**  
*Sumber: Hasil Analisis 2018*

**Tabel 11. Hasil Pengujian *Setting Time* MS1**

No	Waktu (menit)	Penurunan Jarum (mm)
		MS1
1	15	40
2	30	40
3	45	40
4	60	40

5	75	40
6	90	40
7	105	39
8	120	37
9	135	31
10	150	26
11	165	23
12	180	11
13	195	8
14	210	3
15	225	0
<i>Initial Sett</i>		150 2 Jam 30 Menit
<i>Final Sett</i>		225 3 Jam 45 Menit

Sumber: Hasil Analisis 2018



Gambar 4. Grafik Pengujian *Setting Time* MS1

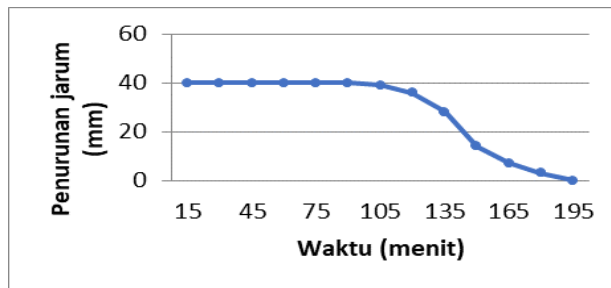
Sumber: Hasil Analisis 2018

Tabel 12. Hasil Pengujian *Setting Time* MS2

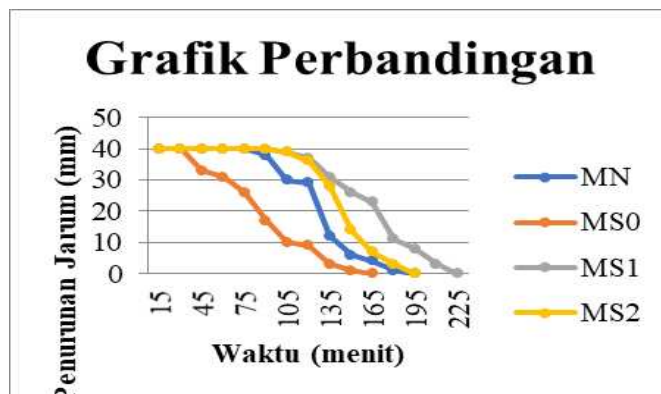
No.	Waktu (menit)	Penurunan Jarum (mm)
		MS2
1	15	40
2	30	40
3	45	40
4	60	40
5	75	40
6	90	40
7	105	39
8	120	36
9	135	28
10	150	14
11	165	7
12	180	3
13	195	0
<i>Initial Sett</i>		150 2 Jam 30 Menit
<i>Final Sett</i>		195 3 Jam 15 Menit

Sumber: Hasil Analisis 2018





Gambar 5. Grafik Pengujian Setting Time MS2  
 Sumber: Hasil Analisis 2018



Gambar 6. Grafik Pengujian Setting Time MN, MS0, MS1 dan MS2  
 Sumber: Hasil Analisis 2018

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil *setting time* MS1 mengalami reaksi perkerasan sangat lambat dibandingkan variasi lainnya, waktu ikat awal (*initial sett.*) pada MS1 dimenit 165 dengan penurunan 23 mm dan reaksi perkerasan sampai titik 0 didapat waktu ikat akhir (*final sett.*) dimenit 225. Pada waktu ikat awal MN mengalami reaksi perkerasan cenderung lebih cepat 15 menit dengan penurunan 12 mm dimenit 135 dibandingkan MS2 yang mengalami waktu ikat awal (*initial sett.*) dimenit 150 dan memiliki kesamaan pada waktu ikat akhir (*final sett.*) dimenit 195. Sedangkan pada MS0 reaksi perkerasan lebih cepat dibanding variasi lainnya, waktu ikat awal (*initial sett.*) pada MS2 lebih cepat 45 menit dibandingkan MN, waktu ikat awal (*initial sett.*) dimenit 90 dengan penurunan 17 mm dan didapat waktu ikat akhir (*final sett.*) dimenit 165.

#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 13. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar MN

No.	Kode Benda Uji	Umur Mortar	Hasil (kN)	Hasil Rata-rata (kN)	Hasil Kuat Tekan (MPa)
1	MN	7	19	22,6	9,0
			26		
			23		
2	MN	14	32	30	12
			28		
			30		
3	MN	28	52	41	16,4
			21		
			50		

Sumber: Hasil Analisis 2018

**Tabel 14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar MS0**

No.	Kode Benda Uji	Umur Mortar	Hasil (kN)	Hasil Rata-rata (kN)	Hasil Kuat Tekan (MPA)
1	MS0	7 hari	23	23,6	9,44
			21		
			27		
2	MS0	14 hari	39	40,6	16,4
			42		
			41		
3	MS0	28 hari	49	52	20,8
			54		
			53		

Sumber: Hasil Analisis 2018

**Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar MS1**

No	Kode Benda Uji	Umur Mortar	Hasil (kN)	Hasil Rata-rata (kN)	Hasil Kuat Tekan (MPA)
1	MS1	7 hari	15	15	6
			17		
			13		
2	MS1	14 hari	18	17,6	7,04
			15		
			20		
3	MS1	28 hari	28	24,6	9,84
			24		
			22		

Sumber: Hasil Analisis 2018

**Tabel 16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar MS2**

No.	Kode Benda Uji	Umur Mortar	Hasil (kN)	Hasil Rata-rata (kN)	Hasil Kuat Tekan (MPA)
1	MS2	7 hari	17	16,3	6,52
			18		
			14		
2	MS2	14 hari	21	25,6	10,24
			26		
			30		
3	MS2	28 hari	31	32	12,8
			29		
			36		

Sumber: Hasil Analisis 2018

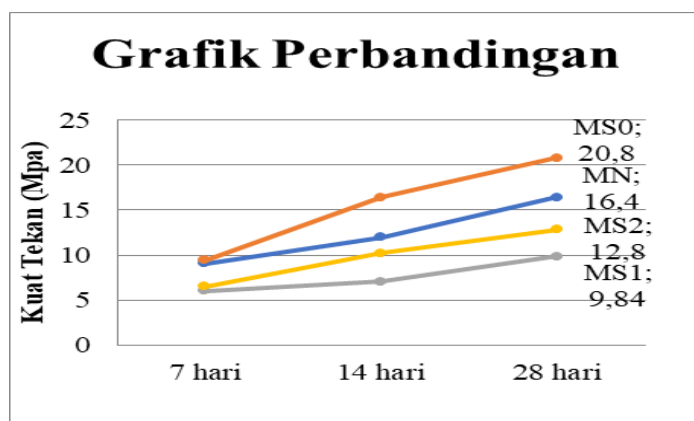
#### 4.4.1 Perbandingan Kuat Tekan

Tabel 17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Seluruh Variasi

UMUR	7 hari	14 hari	28 hari
------	--------	---------	---------

MN	9,04	12	16,4
MS0	9,44	16,4	20,8
MS1	6	7,04	9,84
MS2	6,52	10,24	12,8

Sumber: Hasil Analisis 2018



Gambar 7. Grafik Pengujian Kuat Tekan Mortar MN, MS0, MS1 dan MS2

Sumber: Hasil Analisis 2018

Pada gambar grafik 4.31. dapat dilihat bahwa hasil kuat tekan MN pada umur 7 hari didapat hasil 9,0 Mpa, diumur 14 hari didapat hasil 12 Mpa dan pada umur 28 hari didapat hasil 16,4 Mpa. Pada kuat tekan MS0 pada umur 7 hari didapat hasil 9,44 Mpa, diumur 14 hari didapat hasil 16,4 Mpa dan pada umur 28 hari didapat hasil 20,8 Mpa. Pada kuat tekan MS1 pada umur 7 hari didapat hasil 6 Mpa, diumur 14 hari didapat hasil 7,04 Mpa dan pada umur 28 hari didapat hasil 9,84 Mpa. Sedangkan pada kuat tekan MS2 pada umur 7 hari didapat hasil 6,52 Mpa, diumur 14 hari didapat hasil 10,24 Mpa dan pada umur 28 hari didapat hasil 12,8 Mpa.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada pengujian *setting time*, waktu ikat awal sangat lambat terdapat pada mortar dengan tambahan abu cangkang sawit pada suhu 600 °C dimenit 165 dan suhu 700 °C dimenit 150 dibandingkan *setting time* pada mortar tanpa tambahan abu cangkang sawit dan mortar dengan tambahan abu cangkang sawit tanpa pembakaran. Peningkatan *setting time* yang mengalami reaksi perkerasan sangat cepat diperoleh pada mortar dengan tambahan abu cangkang sawit tanpa pembakaran dimenit 90 dibandingkan waktu ikat awal pada mortar tanpa tambahan abu cangkang sawit dimenit 135.
2. Peningkatan kuat tekan mortar diperoleh pada mortar dengan tambahan abu cangkang sawit tanpa pembakaran sebesar 20,8 (MPa) terhadap kuat tekan mortar tanpa tambahan abu cangkang sawit sebesar 16,4 (MPa). Pada hasil pengujian kuat tekan mortar dengan tambahan abu cangkang sawit pada suhu pembakaran 600 °C sebesar 9,48 (MPa) dan 700 °C sebesar 12,8 (MPa) terjadi penurunan dibandingkan mortar tanpa tambahan abu cangkang sawit dan mortar dengan tambahan abu cangkang sawit tanpa pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. *Metode Pengujian Mortar Untuk Pekerjaan Sipil* (SK SNI M-111-1990-03).  
 ASTM, Annual Books of ASTM Standars, USA. *Pengujian Konsistensi Normal Semen dan Pengujian Waktu Ikat*.  
 Balai Riset dan Standardisasi Padang, 2015. (*Pengujian Karakteristik Abu Sawit*)

- Elhusna, Agustin Gunawan, Dofi Hendro Fogi. *Perilaku Kuat Tekan Mortar Semen Pasangan dengan Abu Cangkang Sawit yang Dioven dan Tidak Dioven*. Jurnal Inersia Vol.5 No.1 April 2013. Universitas Bengkulu.
- Daryanto. 1994. *Pengetahuan Teknik Bangunan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Lora M, Monita O, dan Edy S. *Karakteristik Fisis dan Mekanis Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) dalam Geoteknik. Komposisi kimia abu sawit*. Jurnal F Teknik Vol.3 No.1 Februari 2016.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nugraha, P., dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Nuryono, Narsito, dan Astuti, E. 2004. *Pengaruh Temperatur Pengabuan Sekam Padi terhadap Karakter Abu dan Silika gel Sintetik*. Review Kimia, 7 (2), 67-81.
- SNI 15 – 2049 -1994. *Sement Portland*. Badan Standarisasi Nasional. 2004.
- SNI 03 – 6882 – 2002. *Standar Mortar Berdasarkan Kekuatannya Untuk Sebuah Konstruksi*. SNI (*Standar Nasional Indonesia*). Pengujian Agregat Halus, Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Kuat Tekan.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafigiri, Yogyakarta.
- Winda, Monita dan Lita. *Karakteristik Mortar Geopolimer Abu Sawit dengan Variasi Modulus Aktivator*. Universitas Riau. 2013.