

PENINGKATAN WAKTU IKAT SEMEN PPC AKIBAT PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI POZOLAN

Mega Hardianti H.P¹, Helga Dwi Fahyuan^{1*}, Nasri MZ², Febri Maulana³, Elmas Dopri³

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi 36361

²Program Studi Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi 36361

³PT Semen Padang, Jl. Raya Indarung - Padang, Padang, 25237, Indonesia

*e-mail: helgadwifahyuan@unja.ac.id

Abstrak

Abu sekampadi (ASP) merupakan limbah dari pengolahan padi. ASP merupakan sumber silika (SiO₂) yang tinggi, sehingga bersifat pozzolanik. Penambahan abu sekam padi sebagai substitusi semen mikrofine PPC dengan kehalusan 600 m²/kg telah dibuat. Banyaknya komponen semen PPC pada penggilingan adalah 5000 gr yang terdiri dari klinker, gipsum, pozolan S.P dan abu sekam padi sebagai pozolan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai substitusi pozolan terhadap waktu ikat semen. Semakin banyak penambahan abu sekam padi sebagai substitusi pozolan maka akan mengalami perpanjangan waktu ikat semen. Waktu ikat semen mikrofine dipengaruhi oleh komposisi kimia yang berupa C₃S, C₂S, C₃A dan C₄AF yang akan dilakukan uji XRF.

Kata kunci : Semen Mikrofine PPC; Waktu Ikat Semen; Pozolan; Abu Sekam Padi

Abstract

[Title: Improving Setting Time Of PPC Cemenet To Addition Of Rice Husk Ash As Pozolan Subtitution] *Rice husk ash (ASP) is a waste from rice processing. ASP is a high source of silica (SiO₂), so it is pozzolanik. Addition of rice husk ash as substitute for microfine cement PPC with smoothness of 600 m²/kg was made. The amount of PPC cement component in milling is 5000 gr which consists of clinker, gypsum, pozzolan S.P and rice husk ash as pozzolan. This study aims to see the effect of adding rice husk ash as a substitute for corn on the setting time of cement. The more addition of rice husk ash as a substitute for beans, the extension of the cement setting time will be. Setting time microfine cement are influenced by chemical composition in the form of C₃S, C₂S, C₃A and C₄AF which will be carried out by XRF test.*

Keywords: Microfine Cement PPC; Cement Setting Time; Pozzolan; Rice Husk Ash

PENDAHULUAN

Waktu ikat merupakan penentu awal dan akhir pengikatan pasta semen. Waktu ikat dipengaruhi oleh komposisi mineral dan air yang dipakai. Selain untuk menghidrasikan semen, air juga berfungsi untuk member mobilitas bagi pasta semen. Setting (pengikatan semen) pada adonan semen dengan air adalah sebagai gejala terjadinya kekakuan atau kebekuan semen yang biasanya dinyatakan dengan waktu pengikatan (waktu ikat) yaitu diawali dari terbentuknya adonan semen sampai semen mulai kaku, sedangkan hardening (pengerasan) yaitu keadaan dimana semen mulai mengeras dan memberikan kekuatan (SNI 2049,2015).

Semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*) adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen *portland* dengan pozolan halus, dimana kadar pozolan 6%-40% massa semen *portland* pozolan (SNI 15-0302-2004). Terbatasnya ketersediaan Pozolan sebagai bahan tambahan pembuatan semen merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan jika pengambilannya dilakukan secara terus-menerus maka keberadaan bahan baku tersebut akan habis pada masa mendatang. Kerusakan yang terjadi

dapat merusak bentang alam dan menyisakan tebing curam, juga membahayakan lingkungan dan warga masyarakat setempat. Upaya yang dilakukan adalah mengganti bahan Pozolan dengan penambahan abu sekam padi dalam penggunaan bahan limbah sebagai bahan tambahan, hal tersebut tidak hanya mengurangi biaya pengolahan limbah tetapi juga dapat menjadi penanggulangan pencemaran lingkungan (asma,2013).

Semen PPC dibuat menggunakan abu sekam padi sebagai pozolan dengan ukuran mikro yang sering dinamakan dengan semen *mikrofine*. Semen *Microfine* adalah semen yang dibuat dengan kehalusan 600 m²/kg. Semakin halus suatu semen maka semakin tinggi nilai kuat tekan yang dimilikinya dan dengan penambahan bahan pozolan dari abu sekam padi pada semen PPC akan memperpanjang waktu pengikatan (ASTM C 618-93).

Semen *mikrofine* PPC jika dicampur dengan air membentuk gel yang secara bertahap menjadi kurang plastis, dan akhirnya menjadi keras. Waktu untuk mencapai tahap ini disebut sebagai waktu ikat. Waktu ikat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Waktu ikat awal semen *mikrofine* diukur mulai dari semen berinteraksi dengan

air sampai jarum vikat menusuk pasta semen dengan kedalaman 25 mm. Waktu ikat akhir semen *microfine* diukur mulai dari semen berinteraksi dengan air sampai pasta semen kaku (Irawati,2015).

Waktu ikat semen dipengaruhi oleh komposisi mineral utama yaitu C_3S , C_2S , C_3A dan C_3AF yang dapat diketahui dengan uji XRF. XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur yang terkandung dalam suatu sampel menggunakan metode spektrometri (Fadlillah, 2014).

Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efekfotolistrik. Efekfotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel) terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi daripada energi ikat elektron dalam orbit K, L atau M atom target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian, atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa sinar-X (Munasir et al.,2013)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Quality Assurance* PT Semen Padang untuk mengetahui nilai *blaine*, waktu ikat. Pengujian XRF dilakukan di Laboratorium Proses PT Semen Padang.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca digital, *crusher*, oven, *mill mini*, *mixer*, batang perojok, spatula, alat pemotong, kuas,*alpine air jet*, palu, sendok, *automatic toni set*, vikat, alas ST, cincin *ebonite*, *blaine automatic*, torak, XRF, *born mill*, dan

pressing tablet. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi sebagai pozolan, pozolan S.P, *clinker*, batu kapur, gipsum, pasir *ottawa*, aquades dan kertas saring.

Preparasi Bahan

Sekam padi diambil dari tempat penggilingan padi, kemudian dikeringkan di bawah matahari dan dibersihkan dari kotoran-kotoran pengikut seperti daun-daun padi, pasir dan kerikil. Kemudian sekam padi dibakar dan dibiarkan menjadi abu sampai ± 1 hari agar proses pengabuan lebih sempurna. Abu yang dihasilkan kemudian diayak agar ukurannya seragam. Sedangkan bahan material lainnya seperti pasir pozolan,gipsum dan klinker diambil dari pabrik PT.Semen Padang.

Pembuatan Semen *Microfine* PPC

Semen *mikrofine* PPC yang dibuat pada penelitian ini terdiri dari beberapa komposisi kimia, diantaranya adalah klinker, gipsum, pozolan semen padang dan abu sekam padi. Klinker yang diambil dari pabrik PT.Semen Padang digiling menggunakan *crusher* ME-100 agar ukuran yang dihasilkan lebih kecil atau berdiameter lebih kurang dari 1 cm dan gipsum dikeringkan menggunakan *Hot Plate* lalu dimasukkan kedalam oven selama 3 jam dengan suhu 120^oC untuk menghilangkan kadar airnya. Sebelum penggilingan semen *mikrofine* dilakukan maka disiapkan pembuatan komposisi campuran terlebih dahulu. Setiap campuran terdiri dari pozolan (abu sekam padi dan pozolan S.P), klinker dan gipsum sebanyak 5000 gram yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi penggilingan Semen PPC

Mikrofine PPC	Klinker (gr)	Gipsum (gr)	Pozolan S.P (gr)	ASP (gr)
Blanko	4000	200	800	-
ASP V.M 400	4000	200	400	400
ASP V.M 600	4000	200	200	600
ASP V.M 800	4000	200	-	800

Penggilingan dilakukan menggunakan *bowl mill* yang bertujuan untuk menghasilkan kehalusan semen. Semakin lama waktu penggilingan maka semakin halus semen yang didapatkan. Kehalusan yang akan diperoleh pada saat penggilingan adalah 600 m²/kg yang dapat dilihat dari alat *Blaine Automatic*.

Proses pembuatan semen mikrofine PPC melalui proses uji kehalusan menggunakan alat *automatic blaine*. Alat *automatic blaine* ini dilengkapi dengan torak dan sel

permeabilitas yang telah ditentukan dimensi dan densitasnya, yang berfungsi untuk mengetahui dimensi dan densitasnya ialah agar dapat menentukan konstanta (k). Jika diketahui nilai konstanta (k) maka sampel yang dimasukkan ke dalam torak dapat di uji nilai kehalusannya. Kehalusan butir semen merupakan sifat fisika dari semen. Semakin halus butiran semen, proses hidrasi semakin cepat sehingga kekuatan mortar akan lebih cepat tercapai. Hasil uji kehalusan semen mikrofine PPC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji kehalusan semen

Mikrofine PPC	Kehalusan Butiran Semen (Blaine) (m ² /g)	Waktu Penggilingan (Menit)
Blanko	600	45
ASP V.M 400 gr	600	30
ASP V.M 600 gr	600	23
ASP V.M 800 gr	600	15

Uji Waktu Ikat Semen *Microfine* PPC

Pengujian dimulai dengan pembuatan pasta kemudian diuji dengan alat *automatic toni set*. Buat pasta semen sesuai SNI 2049, kemudian

masukkan pasta ke dalam wadah peletakan pasta pada alat *automatic toni set*. masukkan program dalam komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

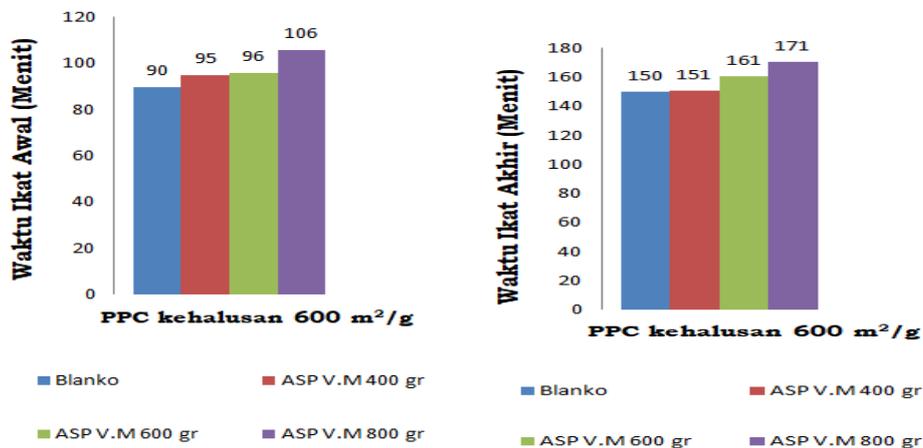
Waktu Ikat Semen *Microfine* PPC

Tabel 3. Pengujian waktu ikat semen

PPC Microfine	Waktu Ikat Awal (menit)	Waktu Ikat Akhir (menit)
Blanko	90	150
ASP V.M 400 gr	95	151
ASP V.M 600 gr	96	161
ASP V.M 800 gr	106	171

Menurut (SNI-0302-2004) menjelaskan bahwa waktu pengikatan semen PPC dengan adanya penambahan pozolan akan memperpanjang waktu

pengikatan sehingga menghasilkan lebih kepad air dan kekuatan akhir yang lebih baik. Perpanjangan waktu ikat semen dapat dilihat dari waktu ikat awal dan waktu ikat akhir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perpanjangan waktu ikat semen PPC kehalusan 600 m²/g

Berdasarkan Gambar 1. Semakin banyak abu sekam padi yang ditambahkan pada semen *mikrofine* PPC maka akan mengalami perpanjangan waktu ikat semen, hal tersebut disebabkan oleh sifat abu sekam padi yang dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak (kaboosi, 2008). Pada saat pembuatan adonan

semen *mikrofine* PPC, air yang dibutuhkan pada adonan tanpa penambahan abu sekam padi sebanyak 108 mL, adonan penambahan abu sekam padi 400 gr sebanyak 187 mL, sedangkan adonan penambahan abu sekam padi 600 gr sebanyak 194 mL dan adonan penambahan abu sekam padi 800 gr sebanyak 196 mL.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan abu sekam padi maka semakin banyak pula air yang dibutuhkan yang menyebabkan

perpanjangan waktu ikat semen pada saat proses hidrasi semen berlangsung

Hasil Pengujian XRF (X-Ray Fluorescence Spectrometry) Semen *Microfine* PPC

Tabel 2. Uji komposisi menggunakan XRF

Komposisi Kimia	Blanko	ASP V.M 400	ASP V.M 600	ASP V.M 800
SiO ₂	30	36.8	41.6	45.6
Al ₂ O ₃	7.23	6.40	5.89	5.20
Fe ₂ O ₃	3.36	3.26	3.19	3.11
CaO	57.5	56.6	55.2	54.7
MgO	1.13	1.03	1.03	0.97
SO ₃	2.03	1.61	1.58	1.52
C ₃ S	53.14	128.28	134.65	167.68
C ₂ S	126.11	202.26	220.83	257.21
C ₃ A	13.47	11.44	10.09	8.52
C ₄ AF	10.22	9.92	9.92	9.46

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai C₃S dan C₂S pada semen mikrofine PPC semakin meningkat bila ditambahkan abu sekam padi. Kenaikan yang signifikan pada penambahan abu sekam padi membuat penurunan kuat tekan terjadi. Nilai C₃A mempengaruhi lamanya waktu ikat semen mikrofine PPC. Semakin kecil nilai kandungan C₃A semakin lama waktu ikat semen. Hal ini sesuai dengan pengujian waktu ikat semen dengan kandungan C₃A yang kecil.

Kontribusi komponen utama semen terhadap kuat tekan semen dan waktu ikat dapat dilihat dari kandungan C₃S, C₂S, C₃A, C₄AF. C₃S memberikan kontribusi yang besar pada

perkembangan kekuatan awal, jika kandungan C₃S banyak pada semen maka kuat tekan di umur awal 3 hari dan 7 hari meningkat. Sedangkan C₂S memberikan kontribusi kekuatan tekan pada umur yang lebih panjang, jika kandungan C₂S lebih banyak maka nilai kuat tekan di umur yang lama yaitu 28 hari akan meningkat. C₃A akan bereaksi paling cepat menghasilkan 3CaO.Al₂O₃.3H₂O senyawa ini membentuk gel yang bersifat cepat set (kaku) sehingga akan mengontrol sifat waktu ikat semen. Dalam prakteknya sifat waktu ikat ini ditunjukkan dengan waktu pengikatan yaitu waktu mulai dari adonan terjadi sampai mulai terjadi kekakuan. Senyawa C₃A bereaksi dengan air untuk membentuk pengerasan pada semen. Reaksinya mula-mula tergantung pada jumlah pemakaian gypsum sehingga setelah reaksi ini selesai, proses kekakuan tidak terbentuk lagi dan terjadilah pengerasan. Semakin kecil kandungan C₃A semakin lama waktu pengikatan dan sebaliknya. C₄AF tidak mempengaruhi kekuatan tekan dan waktu ikat terlalu banyak. (Hariawan, 2013).

KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat semen mikrofine PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dengan penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan dengan kehalusan 600 m²/kg berdasarkan uji blaine *automatic* yang telah memenuhi standard SNI 2046:2015. Semakin banyak penambahan abu sekam padi sebagai substitusi pozzolan maka akan mengalami perpanjangan waktu ikat semen.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 618-93. *Standard Specification For Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan For Use As A Mineral Admixtures In Portland Cement Concrete*. Astm International. United States.
- Asma, Assa. Erwin adinata. 2013. Karakteristik kimia dan fisika semen pozzolan kapur yang diperkaya silika sekam padi. *jurnal dinamika penelitian industri*. Vol.24, Hal 8-15.
- Dermawan, Adi. Anggraini, Dian. Gunawan. 2008. *Pengaruh Substitusi oleh Silika Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Suhu Reaksi Semen Portland*. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi* 11 (1). Hal 15-19.
- Fadlillah, D. 2014. *Pengaruh Komposisi Nano semen terhadap kuat Tekan Mortar*. *Jurnal Karya Tekni k Sipil*. Vol 3 (4), 1031-1042.
- Heriawan, Julian Bagus. 2013. *Pengertian Semen*. Biro Pembinaan dan Pengembangan Personil PT. Semen Padang : Padang.
- Irawati, Nelvi, Nilda Tri Putri, dan Alexia Herryandie Ba. 2015. *Strategi Perencanaan Jumlah Material Tambahan Dalam Memproduksi Semen Dengan Pendekatan*

Taguchi Untuk Meminimalkan Biaya Produksi (Studi Kasus PT. Semen Padang). Jurnal Optimasi Sistem Industri. Vol. 14, No. 1.

Kaboosi.2008. *The Feasibility Of Rice Husk Application As An Envelope Material In Subsurface Drainage System.* Islamic azad university : Iran.

Munasir. Triwikantoro. Zainuri, M. Darminto. 2012. *Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material*. Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya, Vol 2 No 1. 2087-9946.

SNI 15-0302-2004. 2004. *Semen Portland pozolan.* Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

SNI 2049-2015. 2015. *Semen Portland.* Badan Standarisasi Nasional.