

PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISTIK SEMEN *MICROFINE* TIPE PCC (PORTLAND COMPOSITE CEMENT) BLAINE BERBEDA

Almustari¹, Helga Dwi Fahyuan¹, Ngatijo², Febri Maulana³ dan Elmas Dopri³

¹Program Studi Fisika, FST, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Muara Bulian KM 15 Mandalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

²Program Studi Kimia, FST, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Muara Bulian KM 15 Mandalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia

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

E-mail: almustarilubis@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan dan pengujian karakteristik semen *microfine* tipe PCC dengan blaine 500 m²/kg dan blaine 600 m²/kg. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan semen *microfine* tipe PCC dengan blaine yang berbeda kemudian menganalisis pengaruh variasi blaine terhadap nilai kuat tekan mortar dan nilai waktu ikat semen. Pada penelitian ini pembuatan dan pengujian semen berlandaskan SNI 2049 2015. Semen *microfine* yang dibuat duplo dengan komposisi 4000 g klinker, 200 g gipsum, 200 g batu kapur dan 600 g pozzolan digiling selama 40 menit blaine 500 m²/kg dan 55 menit blaine 600 m²/kg kemudian diuji sieving ayakan 45 µm dan diambil semen mendekati nilai blaine target masing-masing blaine nya. Pengujian kuat tekan 3 hari, 7 hari, dan 28 hari memperlihatkan nilai kuat tekan semen akan meningkat pada setiap perendamannya dan juga meningkat dari blaine 500 m²/kg ke blaine 600 m²/kg. Pengujian waktu ikat semen memperlihatkan bahwa nilai waktu ikat semen *microfine* tipe PCC pada blaine 600 m²/kg lebih cepat dari pada blaine 500 m²/kg. Pengujian PSD memperlihatkan bahwa rata-rata semen *microfine* memiliki ukuran ≥ 25 µm. Pengujian XRF memperlihatkan persentase mineral C₃S, C₂S, C₃A dan C₃AF semen *microfine* tipe PCC pada masing-masing blaine sesuai dengan pengaruh komponen pada kuat tekan, waktu ikat dan warna semen yang dibuat.

Kata Kunci: Semen *Microfine*, Blaine, Sieving, Kuat Tekan, Waktu Ikat

Abstract

Title : *Making and Test Of Microfine Certificate Characteristics Type PCC (Portland Composite Cement) Blaine Different* The preparation and testing of PCC type *microfine* characteristics with blaine 500 m²/kg and blaine 600 m²/kg have been done. The purpose of this research is to obtain the cement *microfine* type PCC with different blaine then analyze the influence of blaine variation to mortar compressive strength value and cement bond time value. In this study the manufacture and testing of cement based on SNI 2049 2015. *Microfine* cement made duplo with composition 4000 g clinker, 200 g gypsum, 200 g lime stone and 600 g of pozzolan milled for 40 minutes blaine 500 m²/kg and 55 minutes blaine 600 m²/kg was then tested sieving a 45 µm sieve and cement was taken close to the target blaine value of each blaine. A 3-day, 7-day and 28-day compressive test showed that the cement press strength value will increase in each soaking and also increase from blaine 500 m²/kg to blaine 600 m²/kg. Testing of cement bond time shows that the time value of PCC type *microfine* binding on blaine 600 m²/kg is faster than blaine 500 m²/kg. The PSD test showed that the average *microfine* cement has a size of ≥25 µm. The XRF test showed the percentage of C₃S, C₂S, C₃A and C₃AF mineral cement *microfine* PCC type on each blaine according to the effect of components on compressive strength, bond time and cement color.

Keywords: *Microfine Cemen, Blaine, Sieving, Pressing Test, Setting Time*

PENDAHULUAN

Semen *microfine* adalah semen berukuran mikro dengan blaine antara (500–600) m²/kg yang berfungsi sebagai perekat hidrolis karena senyawa-senyawa didalam semen dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat perekat terhadap batuan (SNI 2049, 2015). Semen *microfine* tipe PCC yakni semen yang dibuat dari hasil penggilingan terak semen portland dan gipsum dengan bahan anorganik. Bahan anorganik yang dicampur dapat lebih dari satu macam misalnya

terak tanur tinggi, pozolan, senyawa silikat, batu kapur dan sebagainya (Yuris, 2008).

Karakteristik yang dimiliki oleh semen antara lain kuat tekan, waktu ikat, analisis ukuran dengan PSD dan uji XRF. Kuat tekan dimaksud sebagai kemampuan material untuk menahan beban tekan (Neville, 1998). Hasil pengujian kuat tekan berupa gaya beban, untuk mendapat nilai kuat tekan maka gunakan rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{B}{A} \times 102 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (1)$$

Kuat tekan dipengaruhi oleh komposisi mineral utama yaitu C₃S, C₂S, C₃A dan C₃AF 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).

Semen 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 *microfine* diukur mulai dari semen berinteraksi dengan air sampai jarum vicat menusuk pasta semen dengan kedalaman 25 mm. Waktu ikat akhir semen *microfine* diukur mulai dari semen berinteraksi dengan air sampai pasta semen kaku (Tjokrodumuljo, 2007).

Partikel yang dimiliki oleh semen dapat diuji dengan menggunakan alat *particle size distribution* (PSD). PSD merupakan suatu teknik yang digunakan untuk melihat ukuran partikel suatu material dengan sistem pembagian ukuran yang telah terprogram pada komputer.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Quality Assurance* PT Semen Padang. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca digital, *crusher*, oven, *mill mini*, *mixer*, *curing chamber*, cetakan (5x5x5) cm³, *hydr. comp & bending strength machine*, *alpine air jet*, *automatic toni set*, vicat, *blaine automatic*, PSD, XRF, *born mill*, dan *pressing tablet*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah klinker, batu kapur, gipsum, pozzolan, pasir otawa, aquades dan kertas saring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Semen *Microfine* Tipe PCC

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Semen *Microfine* Tipe PCC Umur 3 Hari, 7 Hari dan 28 Hari

No	Luas (cm ²)	Jenis Blaine (m ² /kg)	Gaya Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (f _c) (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (f _c) (kg/cm ²)
Kuat tekan 3 hari					
1.	25	500	54,6	222,77	224,13
			55,3	225,62	
			54,9	223,99	
			59,1	241,13	
2.	25	600	58,9	240,31	241,13
			59,3	241,94	
Kuat tekan 7 hari					
3.	25	500	64,9	264,79	269,42
			67,1	273,77	
			66,1	269,69	

Komposisi pembuatan semen *microfine* tipe PCC adalah 4000 g klinker, 200 g gipsum, 200 g batu kapur dan 600 g pozzolan digiling secara *duplo*. Waktu penggilingan semen *microfine* tipe PCC dengan *blaine* 500 m²/kg adalah 40 menit dan *blaine* 600 m²/kg adalah 55 menit. Penggilingan sampel akan dihentikan setelah nilai *blaine* 500 m²/kg dan *blaine* 600 m²/kg tercapai kemudian dilakukan uji *blaine* dan uji *sieving* dengan ayakan 45 µm.

Pengujian waktu ikat dimulai dengan pembuatan pasta semen sesuai SNI 2049 2015, kemudian diuji dengan alat *automatic toni set*. Masukkan pasta ke dalam wadah peletakan pasta pada alat *automatic toni set*. Masukkan program yang telah tersedia pada komputer dan tekan mulai.

Pengujian kuat tekan mortar dimulai dengan pembuatan mortar semen sesuai SNI 2049 2015, kemudian simpan di ruang lembab selama 24 jam, rendam hingga sampel masuk ke waktu pengujian. Lakukan pengujian dengan *hydr. comp & bending strength machine* pada hari ke 3, hari ke 7 dan hari ke 28 dari awal semen bercampur dengan air. Catat dan analisa nilai kuat tekan yang dihasilkan.

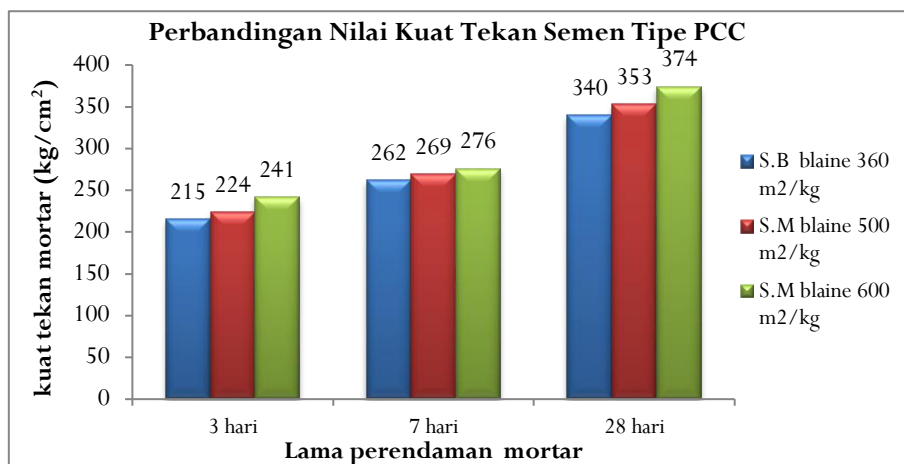
Pengujian PSD dimulai dengan memasukkan 50 gram semen *microfine* kedalam gelas plastik khusus dari pengujian PSD. Nyalakan alat dan masukkan perintah kedalam komputer kemudian tekan mulai. Setelah semuanya selesai akan muncul data dalam komputer.

Pengujian XRF dimulai dengan menumbuk 20 gram semen *microfine* dengan *born mill* selama 5 menit dan *press* ke dalam cincin dengan menggunakan *pressing tablet* kemudian masukan kedalam XRF.

			68,5	279,48	
4.	25	600	66,6	271,73	275,54
			67,5	275,40	
Kuat tekan 28 hari					
			84,2	343,54	
5.	25	500	87,6	357,41	353,19
			87,9	358,63	
			91,9	374,95	
6.	25	600	91,5	373,32	373,59
			91,3	372,50	

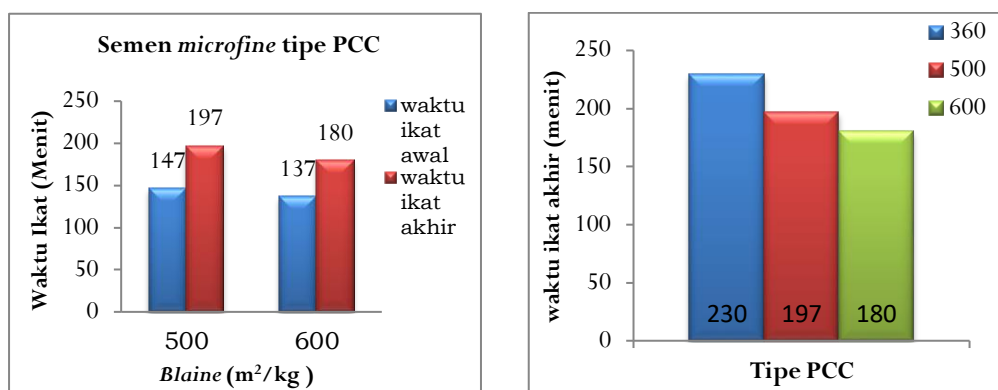
Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil kuat tekan pada perendaman mortar umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari semen *microfine* tipe PCC *blaine* 500 m²/kg dan 600 m²/kg mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu perendaman pada mortar. Penambahan kuat tekan akan terlihat drastis pada perendaman 28 hari, hal ini dikarenakan sifat pozzolan yang mengikat mineral semen pada waktu

awal. Jika *blaine* pada semen semakin tinggi maka kuat tekan juga akan bertambah sesuai dengan lama perendaman. Hal ini juga terbukti pada perbandingan hasil pengujian dengan kuat tekan semen biasa PT Semen Padang, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Semen Tipe PCC *Blaine* 360 m²/Kg Produksi PT Semen Padang dengan Semen *Microfine* Tipe PCC *Blaine* 500 m²/Kg dan *Blaine* 600 m²/Kg

Waktu Ikat Semen *Microfine* Tipe 1

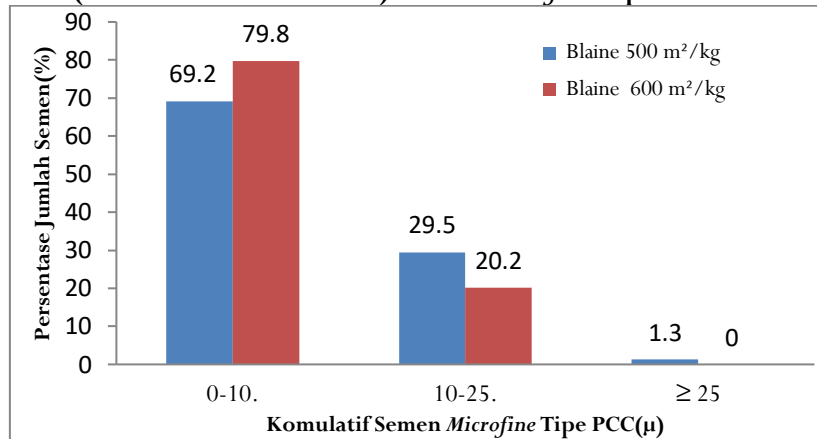


Gambar 2. (a). Perbandingan Waktu Ikat Awal dan Akhir Semen *Microfine* Tipe PCC terhadap *Blaine* (b). Perbandingan Hasil Pengujian Waktu Ikat Akhir dengan Produksi PT Semen Padang.

Pada Gambar 2.a dapat dilihat bahwasanya waktu ikat awal dan waktu ikat akhir semen *microfine* tipe PCC *blaine* 500 m²/kg lebih cepat dibandingkan *blaine* 600 m²/kg. Pada Gambar 2.b juga terlihat bahwa makin tinggi *blaine* pada semen tipe PCC

maka makin cepat semen mengeras. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *blaine* yang diterapkan pada semen maka makin cepat semen tersebut berikatan.

Hasil Pengujian PSD (*Particle Size Distribution*) Semen *Microfine* Tipe PCC



Gambar 3. Nilai Kumulatif Ukuran Partikel Semen *Microfine* Tipe PCC *Blaine* 500 m²/kg dan *Blaine* 600 m²/kg

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa rata-rata ukuran partikel yang dimiliki oleh semen *microfine* tipe PCC berada di bawah $\geq 25 \mu\text{m}$ sedangkan ukuran partikel antara 0-10 μm lebih dari 50 %. Hal

tersebut menunjukkan bahwasanya pada semen *microfine* ukuran rata-rata partikel semen adalah 0-25 μm yang mana inilah penyebab waktu ikat semen yang semakin baik dan kuat tekan semakin tinggi.

Hasil Pengujian XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*) Semen *Microfine* Tipe PCC

Tabel 2. Hasil Uji XRF Semen *Microfine* Tipe PCC

Material	Satuan	<i>Blaine</i> 500 m ² /kg	<i>Blaine</i> 600 m ² /kg
SiO ₂	%	21,42	21,31
Al ₂ O ₃	%	6,11	6,09
Fe ₂ O ₃	%	3,08	3,06
CaO	%	60,07	60,23
MgO	%	0,91	0,89
SO ₃	%	2,21	2,22
C ₃ S	%	40,05	40,07
C ₂ S	%	32,45	33,12
C ₃ A	%	11,85	11,53
C ₄ AF	%	9,18	9,11

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai C₃S, C₂S, C₃A dan C₄AF pada semen *microfine* tipe PCC memperlihatkan fungsi yang sama dengan uji kuat tekan, waktu ikat dan warna semen. C₃S dan C₂S pada semen *microfine* tipe PCC membuktikan

penelitian kuat tekan semen yang semakin naik. C₃A yang mempengaruhi lamanya waktu ikat semen juga memperlihatkan nilai waktu ikat semen. C₄AF yang dikandung terbukti dari semen *microfine* tipe PCC memiliki warna yang sesuai ketentuan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dan analisa yang telah dilakukan dengan landasan SNI 2049 2015, maka telah berhasil dibuat semen *microfine* tipe PCC dengan *blaine* 500 m²/kg dan *blaine* 600 m²/kg. Variasi *blaine* pada semen *microfine* tipe PCC berpengaruh pada kuat tekan semen tersebut. Semakin tinggi *blaine* yang diberikan pada semen *microfine* tipe PCC maka semakin tinggi nilai kuat tekannya. Semakin tinggi *blaine* yang diberikan pada semen maka semakin cepat waktu ikat yang terjadi. Pada pengujian didapat nilai waktu ikat semen *microfine* tipe PCC pada *blaine* 600 m²/kg lebih cepat dari pada *blaine* 500 m²/kg.

Beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu pencampuran antara semen *microfine* tipe PCC dengan semen biasa tipe PCC diperkirakan akan mendapatkan nilai kuat tekan yang baik dari semen biasa dengan kualitas mendekati semen *microfine* tipe PCC. Pembuatan bahan uji berupa beton pada semen *microfine* tipe PCC dengan metode kuat tekan, kuat tarik, kuat patah, kuat lentur, FAS dan porositas. Pengujian yang dilakukan pada semen

microfine tipe PCC setelah digiling pada jangka waktu yang lama apakah akan menghasilkan nilai yang sama dengan pengujian setelah pembuatan semen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT Semen Padang yang telah memberikan fasilitas kepada peneliti sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadlillah, D. 2014. Pengaruh Komposisi Nano semen terhadap kuat Tekan Mortar. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol 3 (4), 1031-1042.
- Neville, M. 1998. *Concrete Technology*. Longman Pub: Singapore.
- SNI 2049-2015. 2015. *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Yuris, A. 2008. *Karakteristik kuat lentur beton*. Fakultas Teknik Sipil UI: Jakarta.