

KUAT TEKAN BETON DAN WAKTU IKAT SEMEN PORTLAND KOMPOSIT (*PCC*)

Azmi Firnanda

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: azmi.firnanda@gmail.com

Alex Kurniawandy

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: alexkurniawandy@gmail.com

Ermiyati

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: ermiyati@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research comparison compressive strength and setting time of concrete used Portland Cement Composite (*PCC*) and Ordinary Portland Cement (*OPC*). Total of samples are 120 and for each ages are 10. Composition of mixture in this research base on ACI method. The result of the test obtained compressive strength of *PCC* at the age of 3, 7, 14, 21, 28, and 90 days are 15.65, 21.54, 27.69, 31.37, 31.71 and 37.65 then for *OPC* are 16.99, 22.65, 28.99, 32.27, 32.89, and 38.16. Research showed the age factor of *PCC* for each ages are 15.65, 21.54, 27.69, 31.37, 31.71, and 37.65 then for *OPC* are 16.99, 22.65, 28.99, 32.27, 32.89, and 38.16. The value of age factor *OPC* and *PCC* obtained different with the age factor *OPC* on PB 89 standard. The initial setting time of *PCC* are 119.17 minute and *OPC* are 92,99 while the final setting time of *PCC* are 165 minute and *OPC* are 150 minute.

Keywords: age factor, compressive strength, *PCC*, *OPC*, setting time.

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya pembangunan membuat para industri semen selain mengeluarkan produk semen yang menghasilkan beton mutu tinggi juga mengeluarkan semen yang ramah lingkungan tanpa mengurangi mutu beton yang dihasilkan. Salah satunya yang sering digunakan sekarang ini adalah *PCC* (*Portland Cement Composite*). Dengan banyaknya peredaran *PCC* dan semakin sulitnya mendapatkan semen tipe 1 di pasaran, membuat

masyarakat beranggapan bahwa *PCC* itu merupakan semen tipe 1, namun anggapan tersebut salah karena semen tipe 1 berbeda dengan *PCC* baik dari komposisi, sifat fisik, maupun sifat kimianya. Seperti yang diberitakan bahwa *PCC* merupakan semen yang kekuatannya setara dengan semen tipe 1, namun belum diketahui secara pasti kekuatan beton pada *PCC*, dan juga belum diketahui berapa faktor umur pada *PCC* serta waktu ikat *PCC* tersebut. Oleh karena itu perlu dianalisa nilai kuat

tekan, serta waktu ikat *PCC*. Penelitian ini menitik beratkan perbedaan kedua jenis semen dari segi kuat tekan beton sehingga dari hasil kuat tekan beton akan muncul nilai faktor umur beton semen *PCC*.

“Komposisi bahan baku *PCC* adalah *Clinker*, *gypsum* dan zat tambahan (*Additive*). Bahan aditif yang digunakan yaitu batu kapur (*lime stone*), abu terbang (*fly ash*) dan *Trass* (Hariawan, J B)”. *Trass* adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi

b. Syarat fisik semen *PCC*, sebagaimana terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Persyaratan fisik semen portland komposit adalah :

No	Uraian	Nilai
1	Kehalusan Uji Permeabilitas udara, m ² /kg, dengan alat Turbidimeter, min Blaine, min	160 280
2	Kekekalan Pemuaian dengan autoclave, maks %	0,8
3	Kuat tekan : Umur 1 hari, kg/cm ² , minimum Umur 3 hari, kg/cm ² , minimum Umur 7 hari, kg/cm ² Umur 28 hari, kg/cm ²	- 125 200 280
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat : Gilmore Awal, menit, minimal Akhir, menit, maksimum Vicat Awal, menit, minimal Akhir, menit, maksimum	60 600 45 375
5	Pengikatan semu penetrasi akhir, % minimum	50
6	Kandungan udara mortar, % volume, maksimum	12

(Sumber :SNI 15-2049-2004)

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pemeriksaan Karakteristik Material Agregat

Material yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus berasal dari Danau Binkuang

kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah.

a. Syarat kimia *PCC*, sebagaimana Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persyaratan kimia semen portland komposit adalah :

No	Uraian	%
1	MgO	6
2	SO ₃ , Maksimum	4
3	Hilang pijar maksimum	5
4	Bagian tak larut, maksimum	3

(Sumber :SNI 15-2049-2004)

Kabupaten Kampar, Riau. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir alam. Adapun jenis pemeriksaan yang

dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengujian material

Pengujian Agregat	Standar
Analisa saringan	SNI 03-1968
Berat jenis	SNI 03-1969 dan SNI 03-1970
Kadar air	SNI 03-1971
Berat volume	SNI 03-4804
Keausan agregat	SNI 03-2417
Kadar lumpur	PBI 1971
Kandungan organik	PBI 1971

2.2 Pengujian Waktu Ikut Semen

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung



Gambar 1. Pengujian konsistensi normal

2.3 Perencanaan Mix Design

Desain campuran (mix design) beton pada penelitian ini menggunakan metode *ACI (American Concrete Institute)*. Mutu beton yang direncanakan pada penelitian ini adalah kuat tekan rencana 25 Mpa. Komposisi campuran yang didapat tertera pada Tabel 4. berikut ini.

Tabel 4. Komposisi campuran beton dengan $f_c' 25 \text{ Mpa per m}^3$

Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)
396.08	187.77	739.85	937.19

dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Standar pengujian waktu ikat semen adalah SNI 15-2049-2004. Waktu ikat semen terbagi atas 2 yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Pengujian waktu ikat dapat dilakukan apabila nilai konsistensi normal semen tercapai. Syarat nilai konsistensi normal adalah apabila jarum penetrasi mencapai angka $10 \pm 1 \text{ mm}$ sedangkan waktu ikat awal $25 \pm 1 \text{ mm}$. pengujian konsistensi normal dan waktu ikat semen dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian waktu ikat semen

2.4 Benda Uji.

Jumlah benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini berjumlah 120 sampel silinder dengan masing-masing variasi semen 60 buah dan tiap umur berjumlah 10 buah sampel. Variasi benda uji menggunakan semen Portland tipe 1 hanya digunakan sebagai kontrol hasil dari semen Portland komposit. Rincian jumlah sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rincian sampel untuk pengujian kuat tekan beton

Jenis Pengujian	Umur Pengujian (Hari)						Total Jumlah Sampel (buah)
	3	7	14	21	28	90	
Kuat Tekan	10	10	10	10	10	10	60

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman dalam air sampai dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3, 7, 14, 21, 28, dan 90 hari. Perawatan ini dilakukan agar permukaan beton selalu lembab hingga beton dianggap cukup keras. Kelembaban ini dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.

2.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat tekan beton diambil dari 10 sampel beton berbentuk silinder. Umur beton yang diuji yaitu 3, 7, 14, 21, 28, dan 90 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan beton di dapat nilai kuat tekannya. Nilai kuat tekan tersebut terlebih dahulu di olah secara statistik menggunakan Metode *Shewhart* sebelum diambil nilai rata-rata kuat

tekannya. Setelah nilai tekan didapat maka dapat pula didapat nilai faktor umurnya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan SNI 03-1972-1990 sedangkan kuat tekan berdasarkan SNI 03-1974-1990.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dapat dibahas meliputi hasil pengujian karakteristik material agregat, pH air, waktu ikat semen, kuat tekan beton, kuat tekan mortar, dan faktor umur beton *PCC*.

3.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material agregat.

Pengujian karakteristik material agregat menghasilkan data yang akan digunakan dalam Perencanaan campuran (*mix design*) beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian karakteristik material agregat.

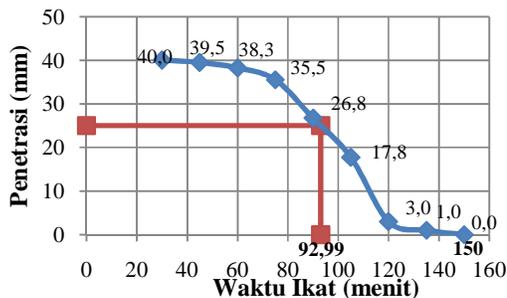
Jenis Pemeriksaan	Hasil (ag.kasar)	Hasil (ag.halus)	Standar
Berat Jenis			
a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,66	2,65	2,5 - 2,7
b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,56	2,55	2,5 - 2,7
c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,60	2,59	2,5 - 2,7
d. <i>Absorption (%)</i>	1,48	1,57	2 - 7
Kadar air (%)	0,97	4,07	3 - 5
<i>Fine modulus</i>	7,06	3,14	1,5 - 3,8
Berat Volume			
a. Kondisi padat	1,58	1,75	> 1,2
b. Kondisi lepas	1,41	1,61	> 1,2
Kadar Lumpur (%)	-	8,84	< 5
Kandungan zat organik	-	3	No.3
Keausan (%)	31,58	-	< 40

3.2 Hasil Pengujian pH air

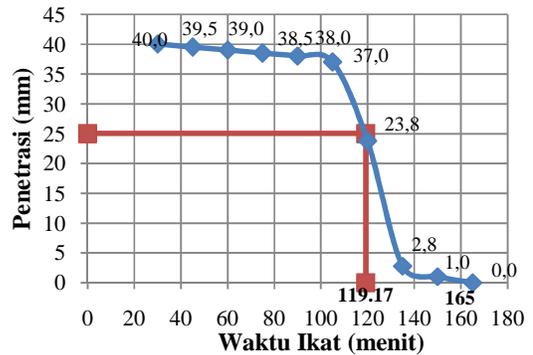
Berdasarkan hasil pengujian terhadap air yang digunakan untuk campuran beton dan juga sebagai media rendaman didapat nilai pH airnya yaitu 4,4. Nilai tersebut menunjukkan bahwa air yang digunakan mengandung pH yang cukup rendah.

3.3 Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan semen. Sebelum pelaksanaan pengujian waktu ikat dilakukan, perlu kita lakukan pengujian konsistensi normal semen. Pengujian konsistensi normal ini dilakukan untuk mencari jumlah/persentase air yang diperlukan untuk pengujian waktu ikat. Jumlah/persentase tersebut didapat dengan cara coba-coba sehingga jarum penetrasi mencapai angka 10 ± 1 mm. Dari hasil penelitian didapat nilai konsistensi normal semen tipe 1 yaitu 25,231% (164 ml) dan 24,923% (162 ml) untuk PCC. Dari nilai konsistensi normal tersebut dilanjutkan pengujian waktu ikat sehingga didapat hasil seperti grafik dibawah ini.



Gambar 3. Grafik waktu ikat semen tipe 1



Gambar 4. Grafik waktu ikat PCC

Pada gambar 3. Menunjukkan bahwa nilai waktu ikat awal semen tipe adalah pada menit ke-92,99 dan menit ke-150 untuk waktu ikat akhirnya. Pada gambar 4. Menunjukkan bahwa nilai waktu ikat awal PCC adalah pada menit ke-119,17 dan menit ke-165 untuk waktu ikat akhirnya.

3.4 Hasil Pengujian Slump Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Nilai slump rencana pada penelitian ini adalah 7,5 – 10 cm. Hasil pengujian slump untuk masing-masing variasi semen dapat dilihat pada Tabel 7.

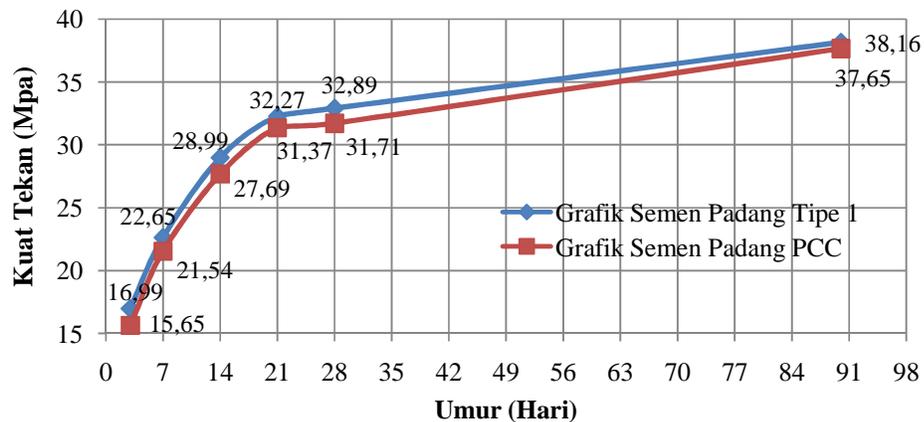
Tabel 7. Hasil pengujian slump beton

Jenis Semen	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)
Tipe 1	15/02/13	8	17/02/13	9,5	27/03/13	10
PCC	16/02/13	9	19/02/13	10	21/02/13	10
PCC	28/03/13	10	29/03/13	10	30/03/2013	10

3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton diambil dari 10 sampel kemudian di olah secara statistik menggunakan metoda *Shewhart* (Sudjana, 1992)

untuk membuang data pencilan yang bisa merusak data. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada semen tipe 1 dan PCC dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 5. Grafik hubungan kuat tekan beton antara semen tipe 1 dan PCC

Dari grafik tersebut dapat dilihat perbandingan kuat tekan beton antara semen padang tipe 1 dan semen padang PCC. Dari hasil tersebut dapat diambil analisa bahwa nilai kuat tekan beton dengan menggunakan semen Padang Tipe 1 lebih tinggi dari pada nilai kuat tekan beton menggunakan semen Padang PCC. Nilai kuat tekan kedua semen tersebut semakin tinggi seiring dengan bertambahnya umur beton tersebut. Dari grafik tersebut dapat juga dilihat bahwa nilai kuat tekan

antara semen Tipe 1 dengan PCC nilainya tidaklah terlalu signifikan.

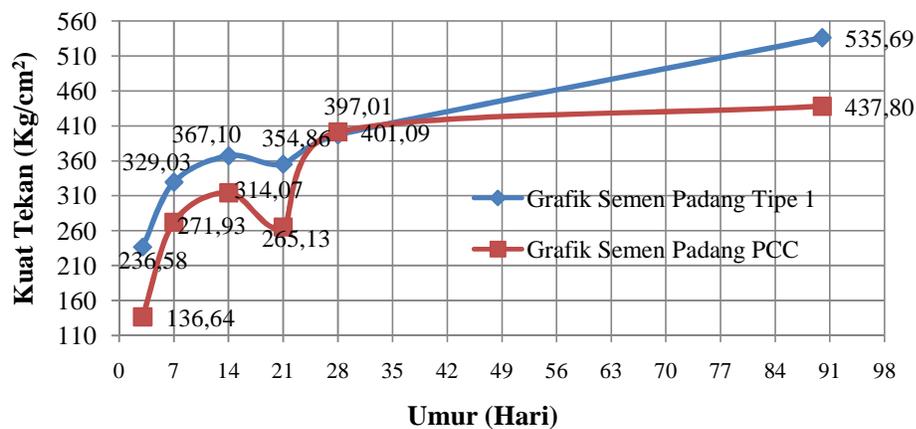
3.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.

Pengujian kuat tekan mortar terdiri dari 15 sampel yang dibuat menggunakan komposisi *mix design* hanya tidak menggunakan agregat kasar. Jumlah sampel mortar berbeda untuk tiap umurnya, untuk jumlah sampel permasing-masing umur dapat dilihat pada Tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. Daftar Jumlah Sampel Uji Mortar

N0.	Umur (Hari)	Jumlah Sampel (Buah)
1	3	2
2	7	3
3	14	2
4	21	2
5	28	3
6	90	3

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar di dapat nilai kuat tekannya. Nilai kuat tekan tersebut terlebih dahulu di olah secara statistik menggunakan Metode Shewhart sebelum diambil nilai rata-rata kuat tekannya. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar pada semen tipe 1 dan PCC dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan Mortar antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC

Dari grafik tersebut dapat dilihat perbandingan kuat tekan mortar antara semen padang tipe 1 dan semen padang PCC. Dari hasil tersebut dapat di buat suatu analisa bahwa nilai kuat tekan mortar dengan menggunakan semen Padang Tipe 1 lebih tinggi dari pada nilai kuat tekan mortar menggunakan semen Padang PCC. Dari hasil tersebut membuktikan nilai rata-rata kuat tekan mortar hampir sebanding dengan nilai kuat tekan betonnya. Kuat tekan mortar ingin membuktikan seberapa besar pengaruh penggunaan agregat terhadap nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan kedua semen tersebut semakin tinggi seiring dengan bertambahnya

umur beton tersebut. Dari grafik tersebut dapat juga dilihat bahwa nilai kuat tekan antara semen Tipe 1 dengan PCC nilainya tidaklah terlalu signifikan. Dari hasil tersebut juga dapat dilihat grafik mortar hampir sama dengan dengan grafik beton namun pada mortar terjadi penurunan kuat tekan pada umur 21 hari, kemungkinan yang terjadi penurunan pada umur 21 hari akibat ketidakseragaman dalam pembuatan sampel sehingga ada sampel yang tidak begitu bagus hasil kuat tekannya. Walaupun pembuatan sampel dilakukan secara bersama tapi perlakuan tiap sampel tidak sama persis untuk tiap sampelnya, sehingga bisa membuat

ketidakteraturan dalam pembuatan sampel.

3.7 Faktor Umur Beton

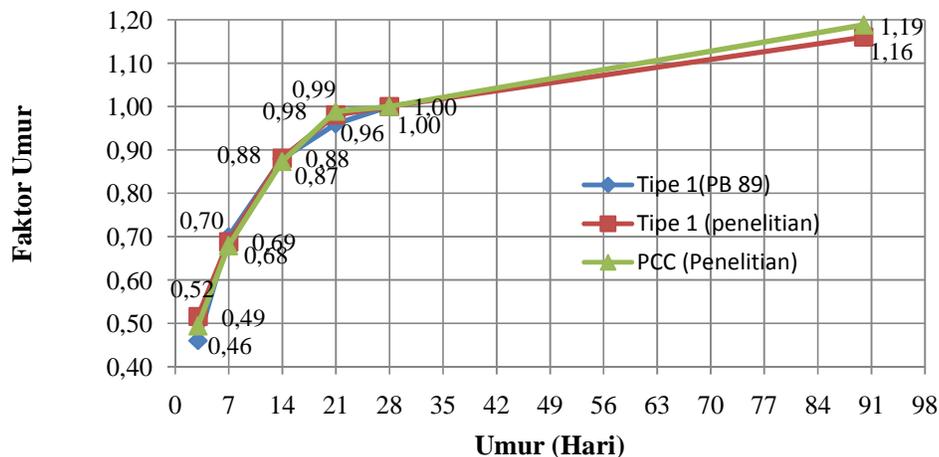
Dari hasil penelitian di dapat nilai faktor umur untuk semen PCC dan juga dilakukan penelitian

terhadap semen Tipe 1. Nilai dari hasil kedua penelitian tersebut akan dibandingkan dengan nilai kuat tekan semen Tipe 1 sesuai standar yang dikeluarkan melalui PB 1989. Berikut hasil perbandingan faktor umur beton silinder tersebut.

Tabel 9. Perbandingan Faktor Umur Beton Silinder

Umur (Hari)	3	7	14	21	28	90
Faktor Umur Semen Tipe 1 (PB 89)	0,46	0,70	0,88	0,96	1,00	-
Faktor Umur Semen Tipe 1 (Penelitian)	0,52	0,69	0,88	0,98	1,00	1,16
Faktor Umur Semen PCC (Penelitian)	0,49	0,68	0,87	0,99	1,00	1,19

Dari hasil perbandingan ketiga faktor umur tersebut dapat kita buat grafik untuk lebih detail melihat perbandingan ketiga faktor umur tersebut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Faktor Umur Kuat Tekan Beton Silinder

Dari Gambar 4.22 dapat kita lihat bahwa nilai faktor umur 3 hari semen Tipe 1 (PB 89) yaitu 0,46, untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 0,52, dan PCC (Penelitian) yaitu 0,49. Nilai faktor umur 7 hari semen Tipe 1 (PB 89) yaitu 0,7, untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 0,69, dan PCC (Penelitian) yaitu 0,68. Nilai faktor umur 14 hari semen Tipe 1 (PB 89) yaitu 0,88, untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 0,88, dan PCC (Penelitian) yaitu 0,87. Nilai faktor

umur 21 hari semen Tipe 1 (PB 89) yaitu 0,96, untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 0,98, dan PCC (Penelitian) yaitu 0,99. Nilai faktor umur 28 hari semen Tipe 1 (PB 89) yaitu 1, untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 1, dan PCC (Penelitian) yaitu 1. Nilai faktor umur 90 hari untuk semen Tipe 1 (Penelitian) yaitu 1,16, dan PCC (Penelitian) yaitu 1,19. Perubahan nilai faktor umur untuk tiap umur antara semen tidak terlalu signifikan

dan juga nilai yang didapat antara semen Tipe 1 dan *PCC* tidak terlalu berbeda dengan standar yang ada.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap beton semen Tipe 1 dan Semen *PCC*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan sampel berbentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapat nilai kuat tekan untuk semen Tipe 1 secara berturut-turut yaitu umur 3 hari 16,99 Mpa, umur 7 hari 22,65 Mpa, umur 14 hari 28,99 Mpa, umur 21 hari 32,27 Mpa, umur 28 hari 32,89 Mpa, dan umur 90 hari 38,16 Mpa. Untuk semen *PCC* secara berturut-turut yaitu umur 3 hari 15,65 Mpa, umur 7 hari 21,54 Mpa, umur 14 hari 27,69 Mpa, umur 21 hari 31,37 Mpa, umur 28 hari 31,71 Mpa dan umur 90 hari 37,65 Mpa.
2. Berdasarkan hasil Pengujian waktu ikat dengan menggunakan alat *Vicat* terhadap semen Tipe 1 dan dan *PCC* didapat perbedaan antara kedua semen tersebut untuk semen Tipe 1 waktu ikat awalnya yaitu 92,99 menit dan waktu ikat akhirnya yaitu 150 menit. Untuk semen *PCC* waktu ikat awalnya pada menit ke-119,17 sedangkan waktu ikat akhirnya yaitu pada menit ke-165.
3. Berdasarkan nilai kuat tekan yang ada, didapat faktor umur beton silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk semen Tipe 1 secara berturut turut yaitu

umur 3 hari 0,52, umur 7 hari 0,69, umur 14 hari 0,88, umur 21 hari 0,98, umur 28 hari 1, dan umur 90 hari 1,16. Untuk *PCC* secara berturut-turut yaitu umur 3 hari 0,49, umur 7 hari 0,68 umur 14 hari 0,87, umur 21 hari 0,99, umur 28 hari 1, dan umur 90 hari 1,19.

4. Berdasarkan hasil pengujian terhadap air pada Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau yang digunakan untuk campuran beton serta untuk perawatan (*curing*)beton didapat nilai pH nya yaitu 4,4
5. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton didapat bahwa nilai kuat tekan semen Tipe 1 dengan *PCC* tidaklah terlalu berbeda namun nilai kuat tekan semen *PCC* masih dibawah nilai kuat tekan Semen Tipe 1.
6. Faktor umur yang didapat dari hasil uji coba antara semen Tipe 1 dengan *PCC* tidak sama, sehingga nilai faktor umur untuk semen Tipe 1 tidak bisa digunakan untuk *PCC*.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan penelitian di laboratorium, dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan karena pada penelitian ini menggunakan pasir yang mengandung kadar lumpur yang tinggi, sehingga untuk selanjutnya dilakukan penelitian menggunakan agregat yang sama dengan memperkecil nilai kadar lumpurnya menjadi < 5%.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap penggunaan jenis semen yang berbeda dan jenis agregat yang berbeda.
3. Perlu adanya tambahan pengujian terhadap karakteristik semen baik fisik maupun kimia semen untuk dapat lebih detail mengetahui perbedaan antara semen yang Tipe 1 dan semen *PCC*, seperti panas hidrasi semen, kehalusan semen, kandungan bahan kimia pada semen dan lain-lain.
4. Perlu adanya penambahan jumlah sampel pengujian mortar supaya hasil perbandingan antara pasir dan batu terhadap semen yang didapat lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian terutama kepada:

1. Rekan seperjuangan tugas akhir, Raja, Arie, Irfan, Jaya, Surya, Ilham, Rika, Ririn, Winda dan sahabat-sahabat asisten Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.
2. Rekan-rekan senasib dan seperjuangan mahasiswa/i Teknik Sipil S-1 2007 Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute (ACI) Committee 211.1. 1991. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Journal ACI Committee 201.1

Hariawan, B J. 2010. Pengaruh perbedaan karakteristik tipe semen *Ordinary Portland*

Cement (OPC) dan Portland Composite Cement (PCC) terhadap kuat tekan Mortar. Universitas Gunadarma.

Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.

Olivia, et al, 2005. *Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Bahan Tambah Pada Beton*. Jurnal Sains dan Teknologi 4. 1: 10-15

PBBI NI-2. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung

Pedoman Beton. 1989. Perhitungan Konstruksi Beton Bertulang, Bandung

SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-1969-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-1972-1990. Metode Pengujian Slump Beton. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-2417-1991. Metode Pengujian Keausan Agregat

- Dengan Mesin Abrasi
Los Angeles.
Bandung: Badan Standar
Nasional.
- SNI 03-2816-1992.** Metode
Pengujian Kotoran Organik
Dalam Pasir Untuk
Campuran Mortar Atau
Beton. Bandung: Badan
Standar Nasional.
- SNI 03-2847-2002.** Tata Cara
Perencanaan Struktur Beton
Untuk Bangunan Gedung.
Bandung: Badan Standar
Nasional.
- SNI 03-4804-1998.** Metode
Pengujian Bobot Isi Dan
Rongga Udara Dalam
Agregat. Bandung: Badan
Standar Nasional.
- SNI 15-2049-2004.** *Semen Portland.*
Bandung: Badan Standar
Nasional.
- SNI 15-7064-2004.** *Semen Portland
Komposit,* Bandung: Badan
Standar Nasional.
- Sudjana,** 1992. *Metode Statistika
Edisi Kelima,* Tarsito,
Bandung.
- Tjokrodimuljo, K.** 1997. *Teknologi
Beton,* Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik.
Yogyakarta: Universitas
Gadjah Mada.