

## KUAT TEKAN BETON DAN WAKTU IKAT SEMEN PORTLAND POZZOLAN

**R.Arianto**

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau  
Tel. 076166596, Pekanbaru 28293 – Riau, E-mail: raja.ariyanto@yahoo.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\_tanjung@yahoo.co.id

### **ABSTRACT**

*Concrete material applied widely as a building material. Development of building construction encourage cement industri to create new types of products. One of types is Portland Pozzolan Cement (PPC). This study aims to determine value of setting time, compressive strength and age factors base on cement variations using Portland Pozzolan Cement and Portland Type 1 cement. Specimens are made in cylindrical shape with diameter 15 cm and high 30 cm. Testing of these specimens are conducted in age 3, 7, 14, 21, 28 and 90 days which are 10 samples per each variations. Mix composition of concrete is designed by ACI method with compression target in 25 MPa. Result of experiments, initial setting time is 92.99 minutes and final setting time is 150 minutes for cement Type 1, whereas cement PPC shows initial setting time is 121.38 minutes and final setting time is 180 minutes. The averages of compressive strength are 16.99, 22.65, 28.99, 32.89, 38.16 in age 3, 7, 14, 21, 28, 90 respectively for cement Type 1. On the other sides, for cement PPC, the averages are 16.56, 19.28, 25.79, 24.63, 24.66, 30.35 respectively with age. The age factors of Type 1 cement are 0.516, 0.688, 0.881, 0.981, 1.000, 1.160, and the age factor for PPC cement are 0.672, 0.782, 1.046, 0.999, 1.000 and 1,231.*

*Key word: age factor, compressive strength, PPC, setting time.*

### **1. PENDAHULUAN**

Pembangunan yang menggunakan beton saat ini semakin pesat, sehingga menuntut konstruksi-konstruksi untuk menggunakan beton bermutu tinggi. Kemajuan pembangunan yang menggunakan beton mutu tinggi ini memacu para industri semen mengeluarkan produk-produk baru untuk mendukung perkembangan

pembangunan yang ada saat ini. Salah satunya semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*). Kebanyakan masyarakat hanya mengenal satu jenis semen yaitu semen portland tipe 1. Saat ini untuk mendapatkan semen tipe 1 dipasaran sangat sulit. Penelitian ini menganalisa dari segi waktu ikat semen, kuat tekan dan faktor umur beton. Faktor konversi umur beton silinder yang saat ini digunakan adalah faktor konversi umur untuk semen tipe 1 yang selalu sama digunakan untuk setiap pengujian beton.

Pozolan adalah bahan yang mengandung *silica* atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa ini akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen. (SNI 15-0302-2004)

Jenis dan penggunaan semen Portland pozzolan dapat di lihat sebagai berikut:

1. Jenis IP-U yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.
2. Jenis IP-K yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton, semen untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis P-U yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis P-K yaitu semen portland pozzolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.(SNI 15-0302-2004). Adapun syarat kimia dan fisika dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Syarat kimia (jenis IP-U, IP-K, P-U dan P-K)

NO	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan			
			IP-U	IP-K	P-U	P-K
1.	MgO	%	Maks. 6,00	Maks. 6,00	Maks. 6,00	Maks. 6,00
2.	SO <sub>3</sub>	%	Maks. 6,00	Maks. 6,00	Maks. 4,00	Maks. 4,00
3.	Hilang Pijar	%	Maks. 6,00	Maks. 6,00	Maks. 5,00	Maks. 5,00

Sumber : SNI 15-0302-2004

Tabel 2. Syarat fisika (jenis IP-U, IP-K, P-U dan P-K)

NO	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan			
			IP-U	IP-K	P-U	P-K
1.	Kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	Min 280	Min 280	Min 280	Min 280
2.	Waktu pengikat dengan jarum vicat					
	a. Pengikatan awal	menit	min.45	min.45	min.45	min.45
	b. Pengikatan akhir	jam	maks. 7	maks. 7	maks. 7	maks. 7
3.	Kekekalan dengan autoclave					
	a. Pemuaian	%	maks.0,80	maks.0,80	maks.0,80	maks.0,80
	b. Penyusutan	%	maks.0,20	maks.0,20	maks.0,20	maks.0,20
4.	Kuat tekan					
	a. Umur 3 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 125	min. 110	-	-
	b. Umur 7 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 200	min. 165	min. 115	min. 90
	c. Umur 28 hari	kg/cm <sup>2</sup>	min. 250	min. 205	min. 215	min. 175
5.	Panas hidrasi					
	a. Umur 7 hari	kal/g	-	maks.70	-	maks.60
	b. Umur 28 hari	kal/g	-	maks.80	-	maks.70
6.	Kandungan udara dari mortar	% .volume	maks.12	maks.12	maks.12	maks.22

Sumber : SNI 15-0302-2004

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pemeriksaan Karakteristik

#### Material Agregat

Material yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus berasal dari Danau Bingkuang 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, dihitung 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 memenuhi apabila jarum penetrasi mencapai angka  $10 \pm 1$  mm

sedangkan waktu ikat awal  $25 \pm 1$  mm.

## 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

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

## 2.4 Benda uji

Jumlah benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini berjumlah 120 sampel silinder dengan masing-masing tipe semen 60 buah dan variasi umur berjumlah 10 buah

sampel. Semen Portland tipe 1 digunakan sebagai kontrol atau pembanding hasil dari semen Portland Pozzolan. Rincian jumlah sampel pada penelitian 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 dilakukan setelah beton mencapai final setting artinya beton telah mengeras. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat.

## 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 didapat nilai kuat tekannya. Nilai kuat tekan tersebut terlebih dahulu diolah secara statistik menggunakan Metode *Dixon* (Yusnitha, *et al* 2007) sebelum diambil nilai rata-rata kuat tekannya. Metode *dixon* merupakan teknik pengolahan data statistik untuk data hasil uji tidak homogen. Data hasil uji tidak homogen perlu dilakukan seleksi data hasil uji profisiensi dengan menggunakan metode uji *dixon*. Data yang tidak seragam di eliminasi menggunakan uji *dixon* dimana data disusun mulai dari data paling kecil.

### 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 PPC.

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

Sumber Laboratorium

Dari hasil pengujian material diatas terdapat hasil uji yang tidak memenuhi standar pengujian, diantaranya kadar air agregat kasar, *absorption* dan kadar lumpur. Nilai *absorption* tidak memenuhi standar karena agregat cepat mengalami

jenuh air. Pengujian kadar air agregat kasar tidak memenuhi standar karena agregat sangat kering sebelum pengujian dilakukan. Pengujian kadar lumpur agregat halus tidak memenuhi standar karena agregat halus banyak mengandung lumpur,

hal ini dilakukan karena ingin mengaplikasikan material yang ada dilapangan secara langsung.

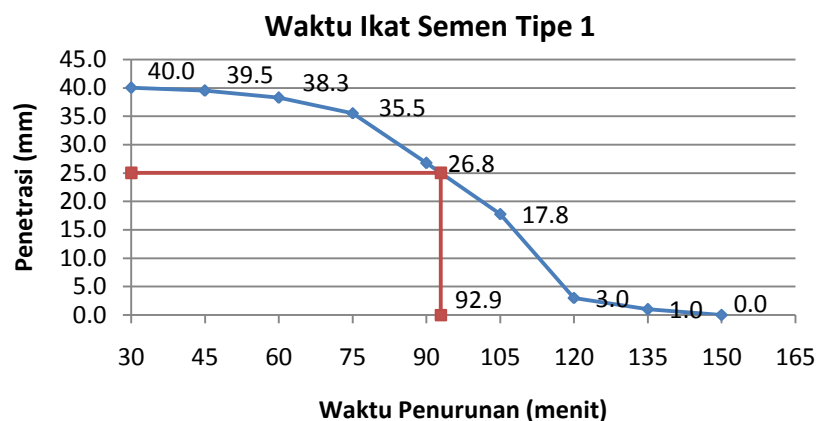
### 3.2 Hasil Pengujian ph air

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.

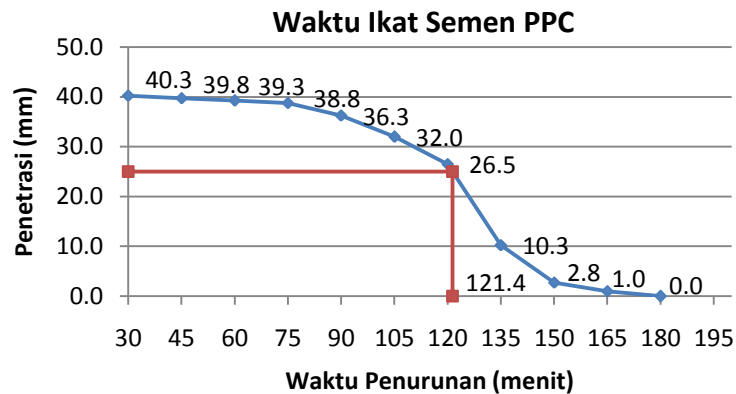
### 3.3 Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan semen.

Sebelum pelaksanaan pengujian waktu ikat dilakukan, perlu dilakukan pengujian konsistensi normal semen. Pengujian konsistensi normal dilakukan untuk mencari jumlah / persentase air yang diperlukan untuk pengujian waktu ikat. Jumlah / persentase tersebut didapat dengan cara *trial - error* sehingga jarum penetrasi mencapai angka  $10 \pm 1$  mm. Dari hasil penelitian didapat nilai konsistensi normal semen tipe 1 yaitu 25,23% (164 ml) dan 25,08% (163 ml) untuk PPC. Dari nilai konsistensi normal tersebut dilanjutkan pengujian waktu ikat sehingga didapat hasil seperti grafik dibawah ini.



Gambar 1. Grafik waktu ikat semen Tipe 1



Gambar 2. Grafik waktu ikat semen PPC

Pada Gambar 1. Menunjukkan bahwa nilai waktu ikat awal semen tipe 1 adalah pada menit ke-92,99 dan menit ke-150 untuk waktu ikat akhirnya. Pada Gambar 2. Grafik waktu ikat semen PPC menunjukkan bahwa nilai waktu ikat awal PPC adalah pada menit ke-121,4 dan menit ke-180 untuk waktu ikat akhirnya.

### 3.4 Hasil Pengujian *Slump* Beton

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

Tabel 7. Nilai pengujian *slump* untuk tiap jenis semen

Jenis Semen	Tanggal Pembuatan	Slump Rencana (cm)	Slump (cm)
Tipe 1	15/02/13	7,5 - 10	8
	17/02/13		9,5
	27/03/13		10
PPC	16/02/13	7,5 - 10	9
	19/02/13		10
	20/02/13		10



Tabel 7. Nilai pengujian *slump* untuk tiap jenis semen (sambungan)

	28/03/13		10
PPC	29/03/13	7,5 - 10	10
	30/03/13		10

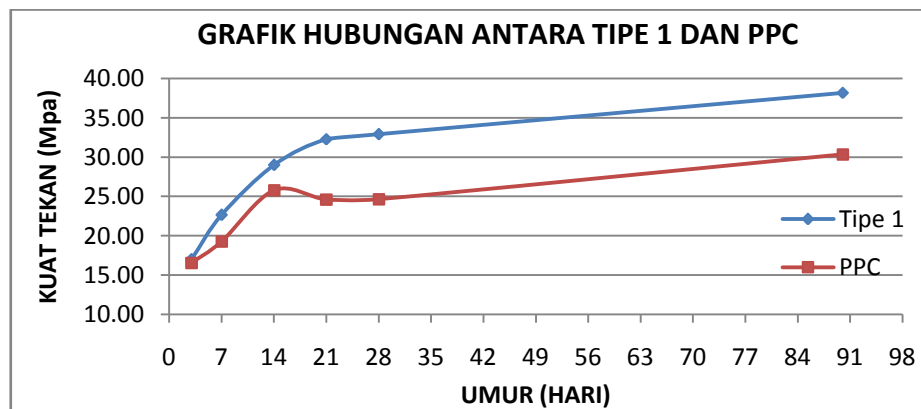
Sumber : Data penelitian 2013

Hasil pengujian *slump* beton sesuai dengan yang direncanakan yaitu 7,5 cm – 10 cm.

### 3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton diambil dari 10 sampel kemudian di

olah secara statistik menggunakan metoda dixon (Yusnitha, 2007) untuk membuang data pencilan yang bisa merusak data. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada semen tipe 1 dan PPC dapat dilihat pada Grafik 3. berikut ini.



Gambar 3. Grafik hubungan kuat tekan beton antara semen tipe 1 dan *PPC*

Dari grafik tersebut dapat dilihat perbandingan kuat tekan beton antara semen tipe 1 dan semen *PPC*. Menurut dari hasil penelitian ini dapat diambil analisa bahwa nilai kuat tekan beton dengan

menggunakan semen Tipe 1 lebih tinggi dari pada nilai kuat tekan beton menggunakan semen *PPC*. Nilai kuat tekan kedua semen tersebut semakin tinggi seiring dengan bertambahnya umur beton.

### 3.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan

#### Mortar

Pengujian kuat tekan mortar terdiri dari 15 sampel yang dibuat menggunakan komposisi *mix design* yaitu semen, agregat halus dan air.

Jumlah sampel mortar berbeda untuk tiap umurnya, untuk jumlah sampel masing-masing umur dapat dilihat pada Tabel 8. berikut ini.

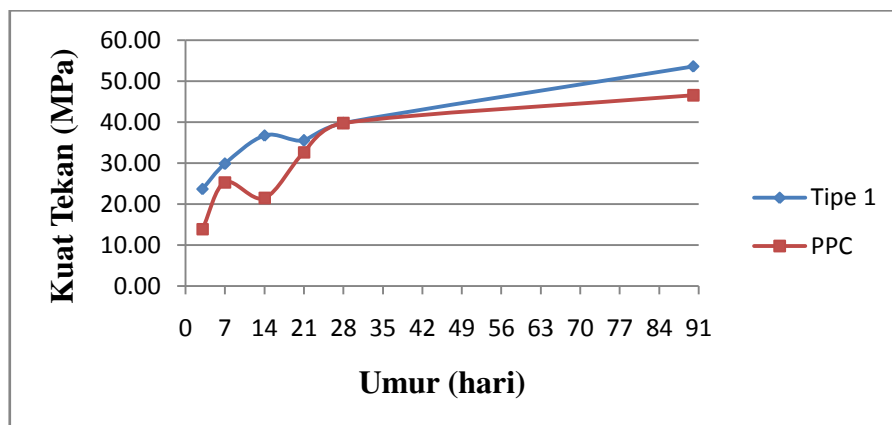
Tabel 8. Jumlah Sampel Uji Mortar

No	Umur (Hari)	Jumlah Sampel (Buah)	No	Umur (Hari)	Jumlah Sampel (Buah)
1	3	2	4	21	2
2	7	3	5	28	3
3	14	2	6	90	3

Sumber : Data penelitian 2013

Hasil nilai pengujian kuat tekan mortar yang diperoleh dari laboratorium diambil nilai rata-rata kuat tekannya yang diolah secara statistik menggunakan Metode

*Shewhart*. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar pada semen tipe 1 dan PPC dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. Grafik hubungan kuat tekan mortar antara semen Tipe 1 dan PPC

Dari grafik 4 dapat dilihat perbandingan kuat tekan mortar antara semen tipe 1 dan semen *PPC* bahwa nilai kuat tekan mortar dengan menggunakan semen Tipe 1 lebih tinggi dari pada nilai kuat tekan mortar menggunakan semen *PPC*. Nilai kuat tekan kedua semen tersebut semakin tinggi seiring dengan bertambahnya umur beton tersebut.

### 3.7 Faktor Umur Beton

Dari hasil penelitian didapat nilai faktor umur untuk semen *PPC* dan semen Tipe 1, kedua hasil penelitian akan dibandingkan dengan nilai kuat tekan semen Tipe 1 sesuai standar yang dikeluarkan melalui PB 1989. Berikut hasil perbandingan faktor umur beton silinder tersebut.

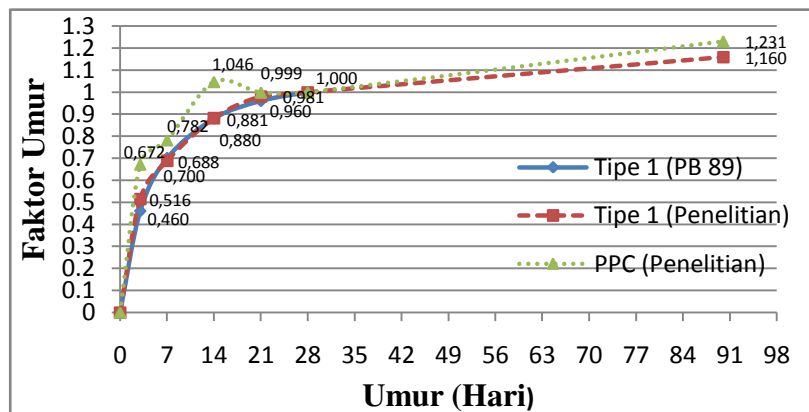
Tabel 9. Perbandingan faktor umur semen Tipe 1 dan *PPC*

Umur (hari)	3	7	14	21	28	90
Faktor umur semen Tipe 1 (PB 89)	0,460	0,700	0,880	0,960	1,000	-
Faktor umur semen Tipe 1 (penelitian)	0,516	0,688	0,881	0,981	1,000	1,160
Faktor umur semen <i>PPC</i> (penelitian)	0,672	0,782	1,046	0,999	1,000	1,231

Sumber : Data penelitian 2013

Dari hasil perbandingan ketiga faktor umur tersebut dapat kita lihat pada Gambar 5 Grafik

perbandingan faktor umur beton silinder berikut.



Gambar 5. Grafik perbandingan faktor umur beton silinder

Faktor umur untuk semen Tipe 1 pada umur beton 28 hari sudah mencapai 100%, demikian juga semen PPC pada umur 28 hari faktor umur sudah mencapai 100%. Tetapi pada umur 90 hari faktor umur semen Tipe 1 116,01%, untuk semen PPC 123,18%, hal ini menunjukkan bahwa semen PPC lebih tinggi faktor umurnya dari semen Tipe 1 yaitu sebesar 5,57%.

#### **4. KESIMPULAN**

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

1. Berdasarkan hasil penelitian ini pengujian waktu ikat dengan menggunakan alat vicat terhadap semen Tipe 1 dan PPC didapat perbedaan waktu ikat awal semen Tipe 1 lebih cepat dari semen PPC sebesar 28,5 menit. Perbedaan waktu ikat akhir ternyata semen tipe 1 lebih cepat dari semen PPC yaitu sebesar 30 menit. Berarti semen tipe 1 lebih cepat mengikat campuran

dengan baik dibandingkan semen PPC.

2. Menurut penelitian ini hasil uji kuat tekan beton pada semen tipe 1 terbesar pada umur 90 hari yaitu 38,16 MPa dan semen PPC 90 hari yaitu 30,35 MPa. Dengan hal ini ternyata kuat tekan beton tertinggi terjadi pada semen tipe 1 dengan umur yang sama.
3. Menurut penelitian ini hasil uji kuat tekan mortar pada semen tipe 1 terbesar pada umur 90 hari yaitu 38,16 MPa dan semen PPC 90 hari yaitu 30,35 MPa. Dengan hal ini ternyata kuat tekan mortar tertinggi terjadi pada semen tipe 1 dengan umur yang sama.
4. Menurut penelitian ini perbedaan faktor umur yang diperoleh antara semen Tipe 1 dengan semen PPC pada umur 90 hari sebesar 0,071, berarti perbedaan antara semen tipe 1 dan PPC tidak signifikan.

## 5. SARAN

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

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap penggunaan jenis semen yang berbeda dan jenis agregat yang berbeda.
2. 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 PPC, seperti panas hidrasi semen, kehalusan semen, kandungan bahan kimia pada semen dan lain-lain.
3. Karena kadar lumpur agregat halus pada penelitian ini sangat besar ( tidak memenuhi standar) maka disarankan untuk peneliti selanjutnya agregat halus ini sebelum digunakan sebagai bahan susun beton sebaiknya dicuci terlebih dahulu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Rekan seperjuangan tugas akhir, Azmi, 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.
- PBBI NI-2.** 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung
- SNI 03-1968-1990.** 1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan*

- Kasar*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1969-1990**. 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1970-1990**. 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1971-1990**. 1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-4804-1998**. 1998. *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004**. 2004. *Semen Portland*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-0302-2004**. 2004. *Semen Portland Pozzolan*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Sudjana**, 1992. *Metode Statistika Edisi Kelima*, Tarsito, Bandung.
- Yusnitha, et al**. 2007. *Penggunaan Metode Uji Dixon dan Z-score Untuk Teknik Pengolahan Data statistik Hasil Uji Profisiensi Bahan Bakar Nuklir*. Hasil Penelitian EBN, ISSN 0854-5561.