

ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON SEMEN PCC DAN SEMEN TIPE 1 TERHADAP PEMAKAIAN SIKAMENT NN

Irfan Istighfar

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

ABSTRACT

The state of the art in cement manufacturer produces cement that can give high quality concrete and environmentally sustainable, which of product is Portland Composite Cement (PCC). This research aim to find solution to increase the compressive strength of PCC approaching the value of Ordinary Portland Cement (OPC) Compressive Strength. One of the solution is by adding Sikament NN into the concrete mixture. Samples are in Cylindrical shape 15 cm diameter and 30 cm height in age of test 7, 28 and 91 day with 3 samples per each. Design of mix composition use ACI method with w/c 0,4 ; 0,35 ; 0,3. The initial time for OPC is 92,99 minute and the final setting time is 150 minute, the initial time for PCC is 119,17 minute and final setting time is 165,5 minute. The initial time for OPC with Sikament NN is 222,5 minute and final setting time is 285 minute, the initial time for PCC with Sikament NN is 247,5 minute and final setting time is 300 minute. The result of compressive strength at age of samples of 7, 28 and 91 days with FAS of 0,4; 0,35; and 0,30; shows higher compressive strength of type 1 cement compared to PCC cement's compressive strength and higher compressive strength of type 1+Sikament NN compared to PCC+Sikament NN's compressive strength and higher compressive strength of PCC+Sikament NN compared to type 1 cement's compressive strength.

Keyword : *Compressive Strength, PCC cement, Type 1 cement , initial time, Sikament NN*

1. PENDAHULUAN

Semen salah satu bahan bangunan yang merupakan bahan susun utama dalam pembuatan beton. Beton adalah campuran antara semen

agregat halus agregat kasar dan air bila perlu ditambah dengan zat aditif lainnya (Mulyono, 2013).

Saat ini para Industri semen selain mengeluarkan produk semen

yang menghasilkan beton mutu tinggi dan mengeluarkan semen yang ramah lingkungan tanpa mengurangi mutu beton yang dihasilkan, salah satunya adalah semen *PCC (Portland Cement Composite)*. Semen jenis ini banyak dipakai oleh pengguna konstruksi, hal ini disebabkan karena dipasaran banyak tersedia jenis semen *PCC* sementara semen tipe I sangat sulit ditemukan, dan hampir tidak ada dipasaran, sehingga para pengguna pada umumnya menganggap semen *PCC* mutunya sama dengan semen tipe I, faktanya komposisi, sifat fisik, maupun sifat kimianya tidak sama. “Pada tipe *PCC* komposisi bahan bakunya terdiri dari tiga macam, yaitu: 70% sampai 90% Clinker yang merupakan hasil olahan pembakaran batu kapur, pasir silica, pasir besi dan lempung, sekitar 5% Gypsum sebagai zat memperlambat pengerasan, dan zat tambahan (Additive) berupa kapur (*lime stone*), abu terbang (*fly ash* dan *trass*). Kapur dapat menutup rongga-rongga yang terdapat dalam semen, sedangkan abu terbang yang mengandung SiO_2 dapat meningkatkan kuat tekan beton” (Mulyati, 2013). Jika zat tambahan tersebut tidak lebih dari sekitar 3 % umumnya masih memenuhi kualitas tipe 1 atau OPC (*Ordinary Portland Cement*)

Pada *PCC* ditambahkan pula *Lime stone* yang berfungsi meningkatkan kuat tekan. Hal ini terjadi karena *Lime stone* mempunyai bentuk fisik yang mudah halus, sehingga dengan kehalusan tersebut, *lime stone* dapat menutup rongga-rongga yang terdapat didalam semen

sehingga dapat meningkatkan kuat tekan. Semen *PCC* di kota Pekanbaru banyak digunakan sebagai campuran beton karena masyarakat Pekanbaru beranggapan bahwa kualitasnya sama dengan kwalitas semen tipe I

Berdasarkan uraian diatas, maka dicoba dicarikan solusi untuk membuat beton dengan semen *PCC* yang kualitasnya mendekati semen tipe I. Salah satu solusi yang dapat mengatasi permasalahan diatas, dalam penelitian ini adalah memakai bahan tambah atau additif yang dapat meningkatkan mutu beton dengan menggunakan jenis semen *PCC*. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sikament NN* yang berfungsi dapat mengurangi pemakaian air hingga 20% dan dapat meningkatkan 40% kuat tekan beton, karena dapat mengurangi pemakaian air pada campuran beton dan meningkatkan *Slump* beton sampai 8 *inch* (208 mm) atau lebih. “Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton (Mulyono, 2004)”.

Bahan kimia tambahan (chemical admixture) ialah bahan kimia (berupa bubuk atau cairan) yang dicampurkan pada adukan beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk mengubah beberapa sifatnya (SK SNI S-18-1990-03 spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton). Ada beberapa tipe dari bahan tambah yang dikembangkan berdasarkan standar dari ASTM C 494-80 yang terlampir pada tabel berikut.

Tabel 1. Tipe-tipe dari *Chemical Admixture*:

No	Tipe	Nama	Fungsi
1	Tipe A	<i>Water Reducing</i> (WR)	Mengurangi penggunaan air
2	Tipe B	<i>Set Retarding</i> (SR)	Memperlambat proses pengerasan beton
3	Tipe C	<i>Set Accelerating</i> (SA)	Mempercepat pengerasan beton
4	Tipe D	WR + SR	Mengurangi penggunaan air dan memperlambat proses pengerasan beton
5	Tipe E	WR + SA	Mempercepat pengerasan beton
6	Tipe F	<i>High Range Water Reducing</i> (HRWR)	Mengurangi air dalam jumlah yang banyak
7	Tipe G	HRWR + SR	Mengurangi air dalam jumlah yang banyak dan mempercepat proses pengerasan beton

(Sumber: ASTM C 494-80)

Sikament NN adalah cairan *Superplasticizer* yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi penggunaan air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan yang tinggi. *Sikament NN* memberikan keuntungan sebagai *Superplasticizer* yaitu meningkatkan kelekakan yang memudahkan

pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat, *Sikament NN* ini juga cocok untuk daerah yang kering khususnya daerah yang susah mendapatkan air bersih, karena sebagai bahan pengurang air dapat mengurangi hingga 20% dan akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari (Modul Sika).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pemeriksaan Karakteristik Material Agregat

Material yang digunakan adalah batu pecah berasal dari Sungai akar, Rengat, Kabupaten Indragiri Hulu,

Riau sedangkan Agregat halus yang digunakan dari Sungai Kampar, Bangkinang Kabupaten Kampar, Riau. Adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 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 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 ± 1 mm sedangkan waktu ikat awal 25 ± 1 . Penelitian ini menggunakan bahan tambah *sikament NN* pada campuran pasta semen.

2.3 Perencanaan Mix Design

Desain campuran (*mix design*) beton pada penelitian ini menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*). Penelitian ini menggunakan FAS 0,4 0,35 0,3.

2.4 Benda uji

Pembuatan benda uji pada penelitian ini sebanyak 108 sampel. Benda uji berbentuk silinder dan digunakan untuk pengujian kuat tekan

Komposisi campuran yang didapat tertera pada Tabel berikut ini.

Tabel 3. Komposisi campuran beton FAS 0,4

Semen Kg	Air Kg	Batu pecah Kg	Pasir Kg
447,50	166,99	1108,85	647,89

Tabel 4. Komposisi campuran beton FAS 0,35

Semen Kg	Air Kg	Batu pecah Kg	Pasir Kg
511,43	167,39	1108,85	595,35

Tabel 5. Komposisi campuran beton FAS 0,30

Semen Kg	Air Kg	Batu pecah Kg	Pasir Kg
596,67	167,92	1108,85	525,30

beton. Penelitian ini menggunakan tiga jenis faktor air semen dan bahan aditif yaitu FAS 0,4 0,35 0,3 dan jenis aditifnya adalah *Sikament NN*. Selanjutnya perincian benda uji yang akan dibuat dapat dilihat dibawah ini

Tabel 6. Jumlah Sampel Penelitian

NO	FAS	TIPE I			PCC			TIPE I +NN			PCC+NN			JUMLAH
		7	28	91	7	28	91	7	28	90	7	28	91	
1	0,4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
2	0,35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
3	0,3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
TOTAL														108

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman dalam air sampai dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 7, 28, dan 91 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 3 sampel beton berbentuk silinder. Umur beton yang diuji yaitu 7, 28, dan 91 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 uji *Shewhart* 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 *Shewhart*. Data yang tidak seragam di eliminasi menggunakan uji dixon dimana data disusun mulai dari data paling kecil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pengujian agregat

Hasil penelitian yang dapat dibahas meliputi hasil pengujian karakteristik material agregat, waktu ikat semen, kuat tekan beton.

Tabel 6. Hasil pengujian karakteristik material agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Pasir	Batu pecah	Standar Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	1,33	-	< 5%
2	Berat Jenis (gr/cm ³)			
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,68	2,72	2,58 – 2,83
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,56	2,63	2,58 – 2,83
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,61	2,67	2,58 – 2,83
	d. <i>Prosentase Absorpsi Air (%)</i>	1,73	1,16	2 - 7
3	Kadar Air (%)	7,32	2,00	3 - 5
4	Modulus Kehalusan	2,61	7,31	1,5 – 3,8, 5 – 8
5	Berat Volume			
	a. Kondisi Padat	1,55	1,51	> 1,2
	b. Kondisi Gembur	1,36	1,31	> 1,2
6	Kadar Organik	No. 3		Maks No. 3
	Keausan (%)	-	22,65	< 40

Dari hasil pengujian material diatas terdapat hasil uji yang tidak memenuhi standar pengujian, diantaranya kadar air agregat kasar dan agregat halus. Nilai *absorption* tidak memenuhi standar karena sebelum dilakukan pengujian agregat dalam kondisi basah. Hal ini disebabkan karena agregat terkena hujan sebelum dilaksanakan pengujian. Pengujian kadar air agregat halus tidak memenuhi standar karena agregat dalam kondisi basah sebelum pengujian dilakukan.

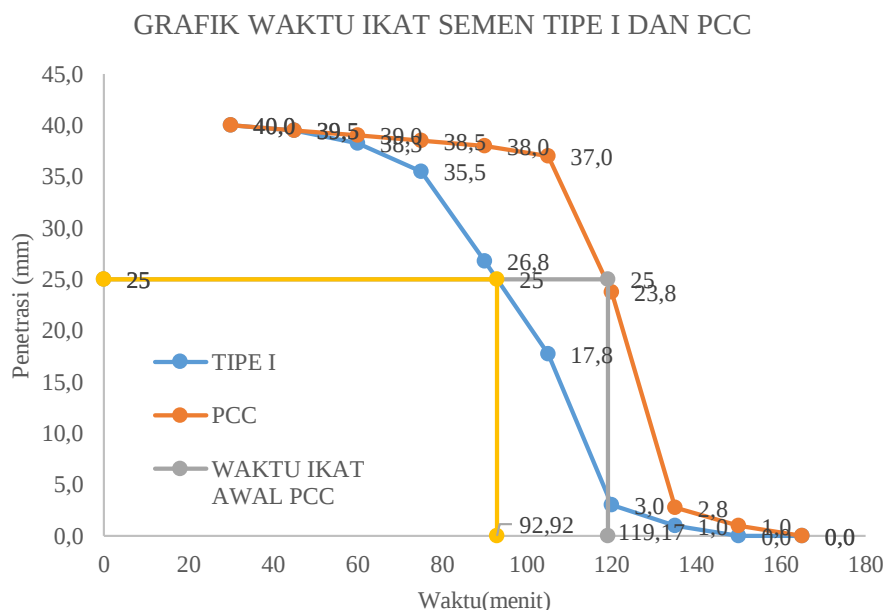
Nilai modulus kehalusan agregat kasar diperoleh sebesar 7,31, menurut mulyono (2003), makin besar nilai *fine modulus* suatu agregat berarti makin besar butiran agregatnya.

3.2 Hasil pengujian waktu ikat

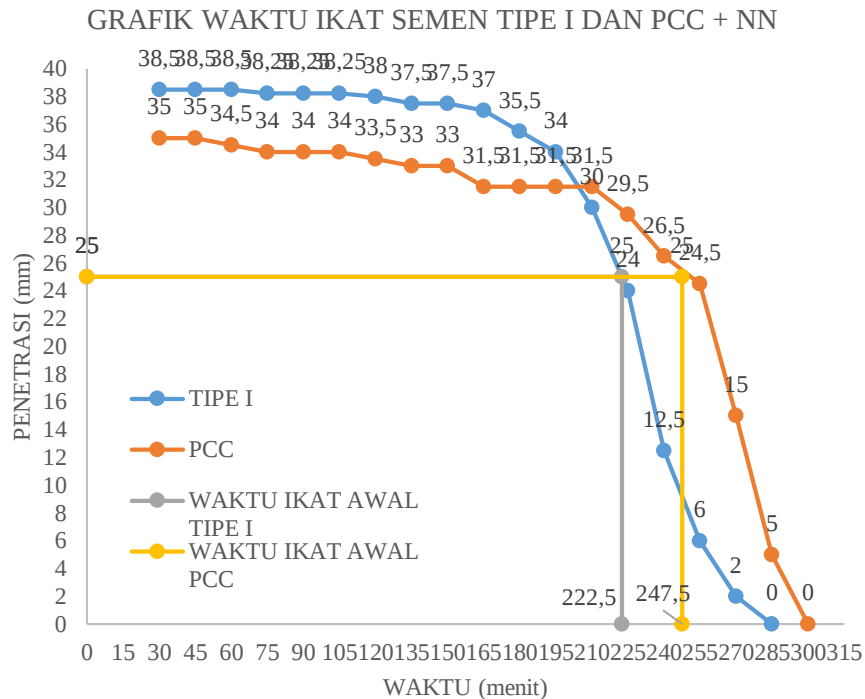
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu pengikatan semen.

Sebelum pelaksanaan pengujian waktu ikat 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 coba-coba sampai jarum penetrasi mencapai angka 10 ± 1 mm. Dari hasil penelitian didapat nilai konsistensi normal pada semen tipe 1 yaitu 25,23% (164 ml) dan semen PCC 24,92% (162 ml), sedangkan dengan menggunakan bahan tambah *sikament NN* didapat 21,08% (137 ml) dan semen PCC 21,69% (141 ml).

Dari nilai konsistensi normal tersebut dilanjutkan pengujian waktu ikat sehingga didapat hasil seperti grafik dibawah ini.



Gambar 1. Grafik waktu ikat semen tipe 1 dan PCC



Gambar 2. Grafik waktu ikat semen 1 dan PCC ditambah Sikament NN

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.. 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. Untuk semen Tipe I + Sikament NN waktu ikat awalnya pada menit ke- 222,5 sedangkan waktu ikat akhirnya yaitu pada menit ke-285 dan untuk semen PCC + Sikament NN waktu ikat awalnya pada menit ke- 247,5 sedangkan waktu ikat akhirnya yaitu pada menit ke-300

3.3 Hasil Pengujian Slump Beton

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump*, yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya (Mulyono, 2004), Unsur-unsur yang mempengaruhi antara lain

1. Jumlah air campuran

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan

2. Gradasi campuran

Jika memenuhi syarat dan standar maka akan lebih mudah dikerjakan.

3. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat akan lebih mudah untuk dikerjakan.

4. Butiran maksimum

5. Cara pemadatan dan alat pemadatan.

Tabel 7. Hasil Pengujian Slump beton

BETON NORMAL						
FAS	0,4		0,35		0,3	
Jenis Semen	TIPE I	PCC	TIPE I	PCC	TIPE I	PCC
Slump	90,00	90,00	80,00	80,00	40,00	30,00
Jumlah penambahan/pengurangan air (kg/m ³)	8,73	11,64	15,52	23,29	15,52	15,52
Berat Air(kg/m ³)	175,73	178,64	182,91	190,68	183,44	183,44
FAS AWAL	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30	0,30
FAS KOREKSI	0,39	0,40	0,36	0,37	0,31	0,31

Tabel 8. Hasil Pengujian Slump beton + *sikament NN*

BETON + SIKAMENT NN						
FAS	0,4		0,35		0,3	
Jenis Semen	TIPE I	PCC	TIPE I	PCC	TIPE I	PCC
Slump	120,00	110,00	125,00	140,00	140,00	130,00
Jumlah penambahan/pengurangan air (kg/m ³)	-23,44	-15,52	-42,15	-42,73	-23,29	-34,93
Berat Air	143,55	151,47	125,24	124,66	144,63	132,99
FAS AWAL	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30	0,30
FAS KOREKSI	0,32	0,34	0,24	0,24	0,24	0,22

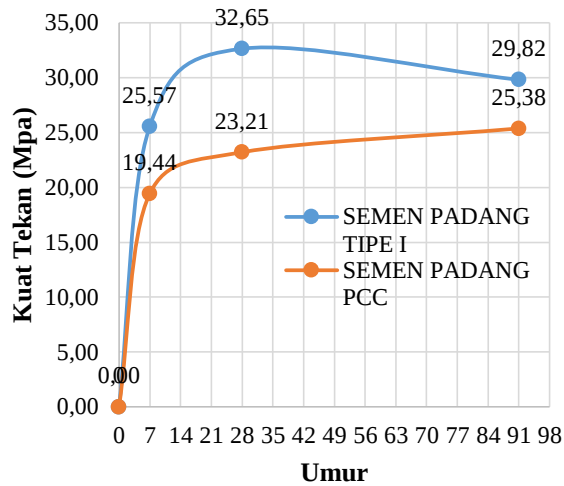
3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton diambil dari 3 sampel kemudian di Untuk mendeteksi adanya data *outlier* dalam pengujian ini, maka dilakukan

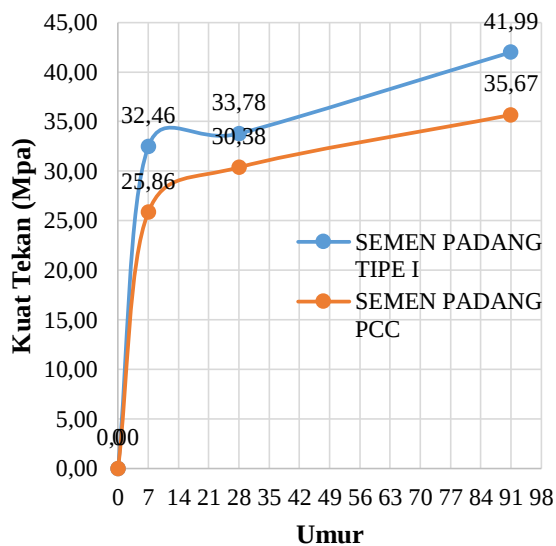
Analisa data dengan menggunakan metode statistika yaitu metode uji *Shewhart*. Apabila hasil identifikasi menunjukkan adanya data *outlier* (pencilan), maka yang dapat dilakukan adalah membuang atau

menghilangkan data pengamatan tersebut. Setelah dilakukan analisa maka didapatkan hasil rata-rata

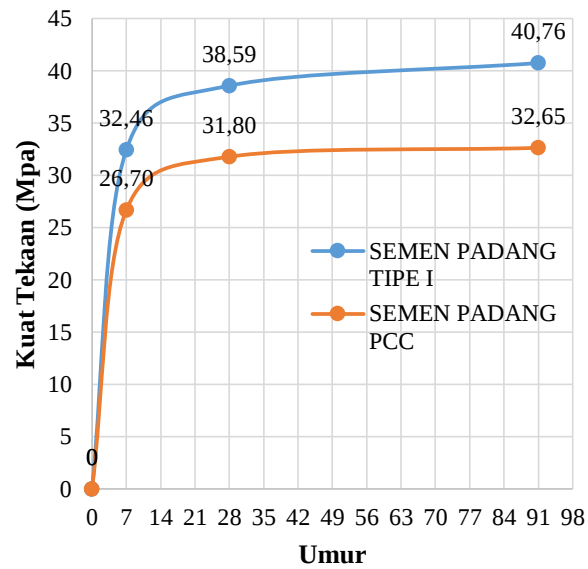
pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Grafik berikut ini.



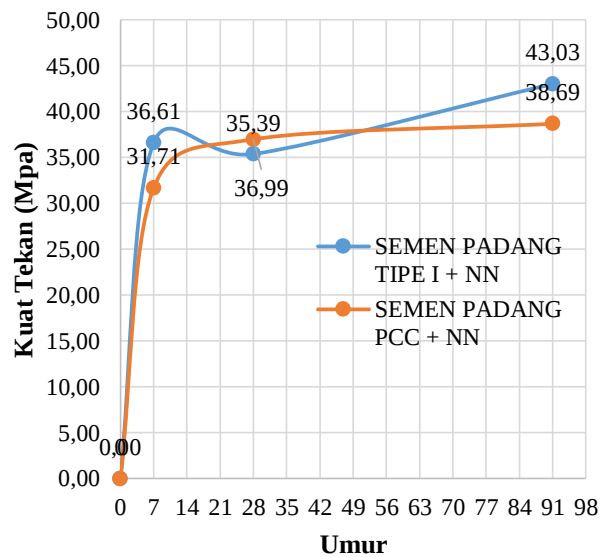
Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC dengan FAS 0,4



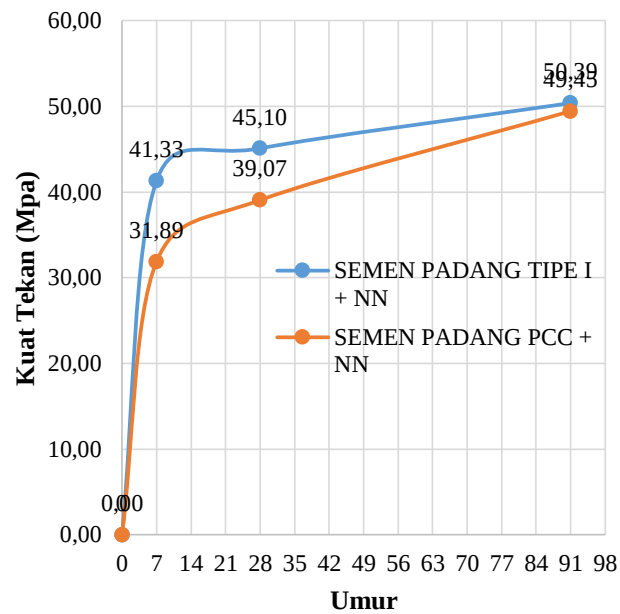
Gambar 4. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC dengan FAS 0,35



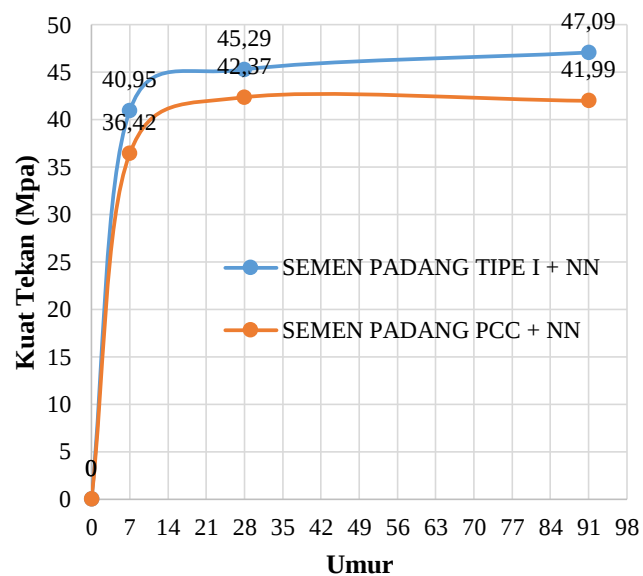
Gambar 5. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC dengan FAS 0,3



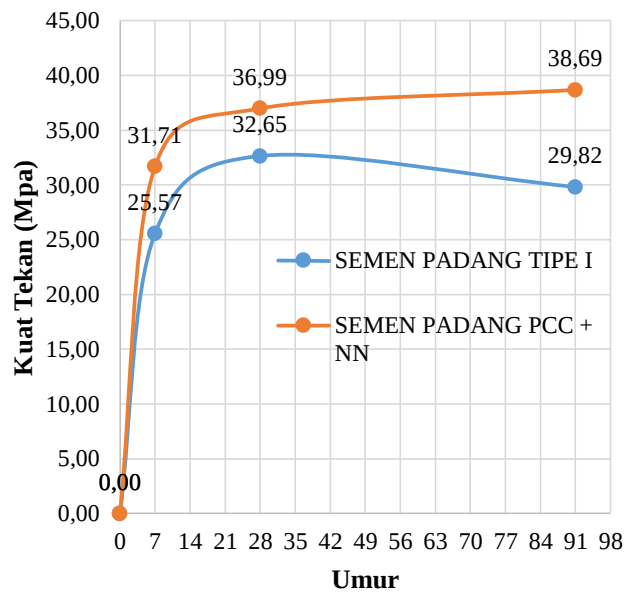
Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1+NN dan PCC+NN dengan FAS 0,4



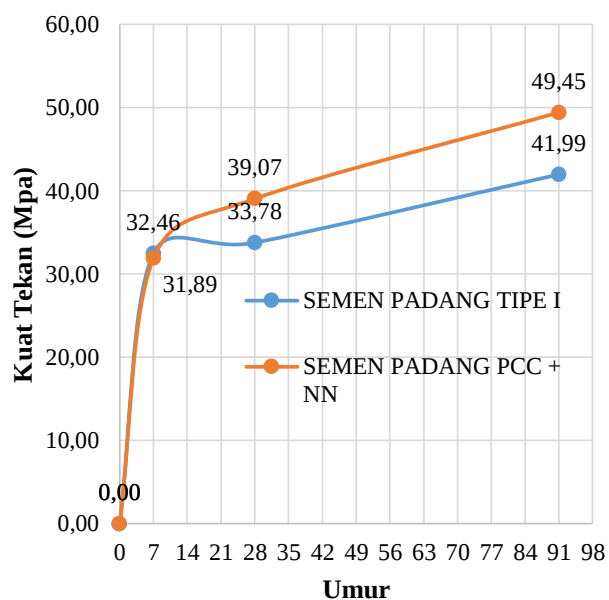
Gambar 7. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1+NN dan PCC+NN dengan FAS 0,35



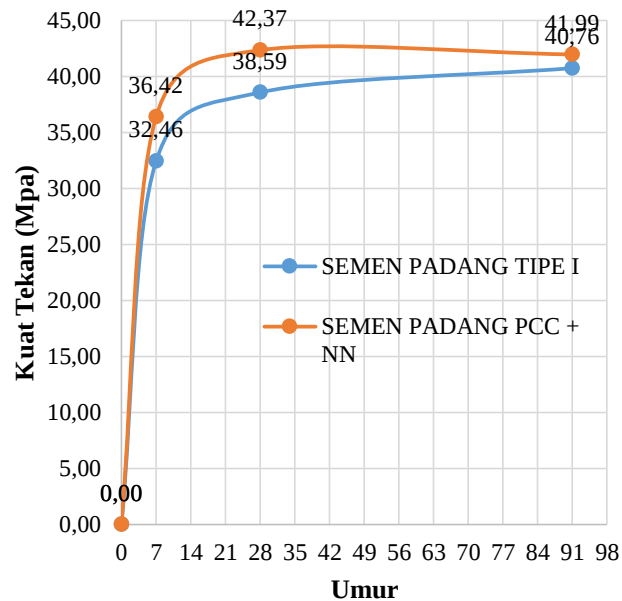
Gambar 8. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1+NN dan PCC+NN dengan FAS 0,3



Gambar 9. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC+NN dengan FAS 0,4



Gambar 10. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC+NN dengan FAS 0,35



Gambar 11. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton antara Semen Padang Tipe 1 dan PCC+NN dengan FAS 0,3

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton didapat bahwa nilai kuat tekan semen Tipe 1 dengan semen PCC tidaklah terlalu berbeda namun nilai kuat tekan semen PCC masih dibawah nilai kuat tekan Semen Tipe 1. Namun jika ditambahkan bahan tambah Sikament NN, kuat tekan semen PCC Lebih tinggi dibandingkan kuat tekan semen Tipe 1

4. SIMPULAN

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 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. Untuk semen Tipe I + Sikament NN waktu ikat awalnya pada menit ke- 222,5 sedangkan waktu ikat akhirnya yaitu pada menit ke-285 dan untuk semen PCC + Sikament NN waktu ikat awalnya pada menit ke- 247,5 sedangkan waktu ikat akhirnya yaitu pada menit ke-300.

2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 28 dan 91 hari dengan FAS 0,4 0,35 0,30, semen tipe 1 lebih tinggi dibanding kuat tekan semen PCC dan kuat

tekan semen tipe 1+Sikament NN lebih tinggi dibanding kuat tekan PCC+Sikament NN

3. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 28 dan 91 hari dengan FAS 0,4 0,35 0,30, semen PCC+Sikament NN lebih tinggi dibanding kuat tekan semen tipe 1
4. Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton didapat bahwa nilai kuat tekan semen Tipe 1 dengan semen PCC tidaklah terlalu berbeda namun nilai kuat tekan semen PCC masih dibawah nilai kuat tekan Semen Tipe 1. Namun jika ditambahkan bahan tambah Sikament NN, kuat tekan semen PCC Lebih tinggi dibandingkan kuat tekan semen Tipe 1

5. SARAN

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

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap umur perawatan beton karena pada penelitian ini hanya sampai umur 91 hari, sehingga dapat membuktikan bahwa kuat tekan semen PCC lebih tinggi dibandingkan kuat tekan semen Tipe I
2. Sebaiknya sebelum dilakukan pembuatan sampel beton diuji kadar air agregat, karena dapat mempengaruhi FAS rencana
3. Untuk proses pembuatan benda uji disarankan untuk melakukan perlakuan yang

sama disetiap benda uji agar tidak terjadi perbedaan sifat mekanik antar beton.

4. Sebaiknya jumlah sampel yang dibuat lebih dari 5, karena semakin banyak sampel pengujian semakin akurat data yang diperoleh

DAFTAR PUSTAKA

American Standard Test Materials (ASTM). 1994. Annual Books of ASTM Standard. Philadelphia: ASTM.

Mulyati. 2013. Studi Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Semen Portland Tipe I Dan *Portland Composite Cement*

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

PBBI NI-2.1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung

PT. Sika Indonesia. 2011. *Know-How From Site to Shelf* Data Teknis : PT Sika Indonesia

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 03-2834-1993.** Tata Cara
Pembuatan Rencana
Campuran Beton
Normal.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.
- Yusnitha, et al.** 2007. *Penggunaan metode uji Dixon dan metode Z-Score untuk teknik pengolahan data statistik hasil uji profisiensi bahan bakar Nuklir.* Hasil Penelitian EBN, ISSN 0854-5561