

**PENGARUH PEMAKAIAN BAHAN ANTI-WASHOUT SUPERPLASTISIZER (Sikacrete W, Sikament NN) TERHADAP KEKUATAN TEKAN BETON YANG DICOR DALAM AIR**

Lilis Zulaicha

Jurusan Teknik Sipil, STTNAS Yogyakarta  
Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman  
email : lilis\_zulaicha@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk bangunan pondasi, kolom, plat lantai. Dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran, drainase perkotaan dan pengecoran dalam air seperti pembuatan dermaga, yang dibatasi oleh kemampuan daya tekan beton (in a state of compression) seperti yang tercantum dalam perencanaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan bahan tambahan Sikacrete W dan Sikament-NN dalam adukan beton yang dicor dalam air terhadap kuat tekan beton.

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah bahan penyusun beton pada umumnya dengan bahan tambah Sikacrete W dan Sikament-NN. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dengan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Benda uji berjumlah 36 buah dengan masing-masing variasi terdiri dari 3 buah benda uji. Tiap variasi dibedakan oleh konsentrasi Sikacrete W yaitu 0%, 5%, dan 10%, dan pemakaian Sikament-NN dengan prosentase 1,5% pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Pengecoran yang dilakukan dibawah air tawar dengan menggunakan pendekatan metode tremier.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata (umur 7 hari) 0% = 7,080 MPa, 5% = 12,847 MPa, 10% = 7,941 MPa, (umur 14 hari) 0% = 7,450 MPa, 10% = 8,256 MPa, (umur 21 hari) 0% = 8,621 MPa, 5% = 14,051 MPa, 10% = 9,231 MPa, (umur 28 hari) 0% = 9,966 MPa, 5% = 15,347 MPa, 10% = 10,034 MPa.

Kata Kunci : beton, sikacrete W dan sikament NN, kuat tekan

**PENDAHULUAN**

**1. Latar Belakang**

Pada pekerjaan beton yang dilakukan di lingkungan perairan seperti pembangunan struktur bagian bawah jembatan, perbaikan-perbaikan pada pondasi dermaga dan yang lain sebagiannya yang rusak akibat terjadinya abrasi, erosi maupun korosi pada baja tulangan, membutuhkan penguasaan teknologi yang memadai, baik dalam hal penentuan komposisi campuran adukan maupun pada saat pelaksanaan pekerjaan beton. Akan tetapi penemuan dan pengembangan *chemical admixture* dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan durabilitas beton yang dihasilkan, dan ini telah berkembang dengan pesat, diantaranya dengan penggunaan *anti-washout admixture*.

Campuran semen dan air akan berupa pasta yang lunak, pasta ini berfungsi untuk mengikat agregat-agregat (pasir dan kerikil) yang terdapat pada beton. Pada saat beton muda yang masih segar dicurahkan kedalam cetakan, beton masih sangat mudah terurai. Hal tersebut akan menimbulkan permasalahan apabila beton segar tersebut dipergunakan pada pekerjaan pengecoran konstruksi yang ada di dalam air, karena akan timbul adanya proses pencucian semen (*washout*) dari agregat lainnya oleh air disekitarnya, hingga akhirnya ikatan antara agregat yang ada didalam beton akan terlepas (segregasi), kuat tekan beton yang direncanakan akan menurun dan kemungkinan yang paling buruk adalah terjadinya kehancuran konstruksi. Seperti tersebut diatas maka untuk mengatasi dilakukan uji

coba dengan menggunakan bahan tambahan campuran beton (*admixture*). Dalam hal ini dicoba suatu produk *admixture* yaitu *Sikacrete W* yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya *washout* dan *Sikament-NN* sebagai pengantar pengurangan air yang substansial pada beton yang dicurahkan ke dalam air. Pola kerja *Sikacrete W* dan *Sikament-NN* adalah dengan cara meningkatkan kohesifitas pada beton yang masih muda/siap curah.

**2. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan bahan tambahan *Sikacrete W* dan *Sikament-NN* dalam adukan beton yang dicor dalam air terhadap kuat tekan beton.

**3. Tinjauan Pustaka**

Bahan tambahan merupakan bahan selain unsur pokok beton (air, semen, agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama adukan beton. Tujuan dari pemberian bahan tambahan adalah untuk mengubah sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras seperti mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah kuat daktalitas beton dalam jumlah yang relative sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan memperburuk sifat beton (Kardiyono, 1996).

Bahan kimia tambahan (*Chemical admixture*) ialah bahan kimia yang dicampurkan pada adukan

beton selama pengadukan dengan jumlah tertentu dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang sedikit berbeda pada beton segar atau beton yang dihasilkannya, misalnya sifat pengerjaannya yang lebih mudah, sifat pengikatan lebih cepat atau lambat, laju kenaikan kekuatan yang lebih cepat.

Dalam PUBI 1982 (dalam Kardiyono, 1996) bahan kimia tambahan dapat di bedakan menjadi empat jenis :

1. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai (*water reducing admixture*). Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan beton dengan faktor air semen (fas) lebih rendah pada nilai kekentalan pada adukan yang sama, atau diperoleh adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan kimia untuk memperlambat proses pengikatan dan pengerasan beton (*retarding admixture*), bahan ini digunakan pada suatu kasus untuk menghindari jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.
3. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses pengikatan dan pengerasan beton (*accelerating admixture*), bahan ini digunakan pada saat penuangan adukan beton dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera.
4. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses pengikatan dan pengerasan beton (*water reducing and retarding admixture*).

#### Sikacrete-W

Sikacrete W merupakan bahan tambah pada beton berasal dari bubuk *microsilica* untuk melindungi proses pengecoran beton di dalam air, *sikacrete W* dapat mempertinggi besarnya kohesi dan melindungi beton dari aliran air pada waktu pengecoran. Karena pengaruh kohesi yang tinggi, *sikacrete W* mencegah terjadinya *washout* pada pengecoran di dalam air (*sikacrete W*) diproduksi PT. SIKA INDONESIA.

#### Sikament-NN

Sikament-NN merupakan bahan *superplasticizer* dengan kombinasi *Plastocrete series*, *Plastiment series*, *Sika pump*, *Sika fume* dan *Sika AER*. Berfungsi sebagai akselerasi campuran beton. Sikament NN dapat meningkatkan kekuatan awal dan akhir beton dan dapat memudahkan pengerjaan (*workability*).

#### Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila di bebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SK SNI M-14-1989-F).

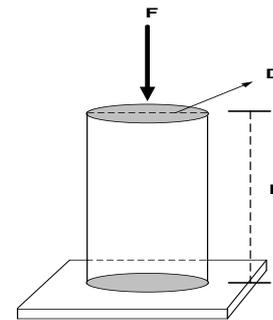
Sifat paling penting dari beton pada umumnya adalah kuat tekan. Untuk menyatakan kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji. Beban-beban maksimum benda uji dibagi dengan luas penampang diperoleh nilai kuat tekan.

$$f'c = F/A$$

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$F$  = Beban maksimum (N)

$A$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)



Gambar.1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton setelah pengerasan tergantung pada faktor air semen, umur beton, jenis semen, gradasi batuan, dan cara pengerjaannya (Kardiyono, 1990/1991).

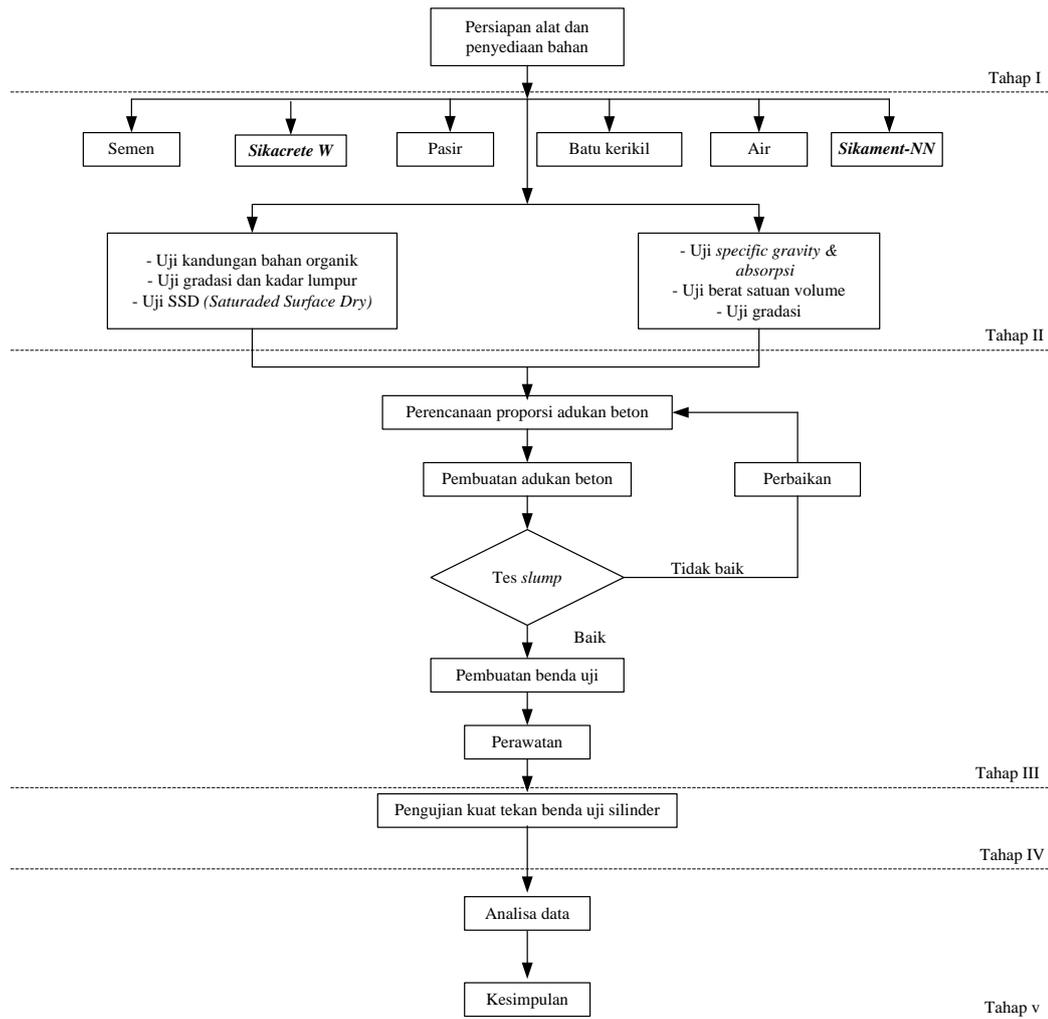
Dalam adukan beton atau mortal, air dan semen membentuk pasta yang di sebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori dan butiran agregat halus, juga dapat sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terkait dengan kuat tekan dan terbentuklah suatu massa kompak/padat (Kardiyono, 1996).

Kekuatan pasta semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai sewaktu proses hidrasi berlangsung. Sebagaimana benda padat lainnya, kuat tekan pasta semen (Campuran Beton) sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya pori-pori atau gelembung-gelembung hasil hidrasi. Kelebihan air akan mengakibatkan pasta semen berpori lebih banyak, sehingga hasil kurang kuat dan juga lebih berporous (Kardiyono, 1996).

Jika tidak cukup dalam campuran, beberapa partikel tidak dapat bereaksi secara kimia, sedangkan jika terlalu banyak air yang digunakan, maka air akan terjebak dalam pasta semen. Hal ini akan mengakibatkan hasil campuran yang rapuh setelah mengeras (Fathhurohman, 2003).

#### METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah atau cara-cara penelitian suatu masalah, gejala, fenomena dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Dalam penelitian ini dipakai metode eksperimental dengan tahapan-tahapan seperti dibawah ini :



Gambar 2. Bagan perencanaan campuran

Metode penuangan atau pengecoran beton dengan pipa tremi banyak digunakan karena efisien dan efektif. Penuangan dilakukan dengan cara memasukkan bola atau lapisan kantung semen yang pas betul dalam lubangnya terlebih dahulu kedalam pipa, kemudian mengisikan campuran beton kedalam pipa tersebut, bola atau kantung semen berisi beton itu didorong oleh aliran beton di atasnya dan mendesak keluar air yang berada dalam pipa, lalu mengangkat pipa tremi secara perlahan sampai beton mengalir keluar. Ujung pipa bagian bawah harus selalu terbenam dalam adukan yang dituangkan.

Tabel 1. Perbandingan Camp. Substitusi Sikacrete W 0 %

Prosentase Sikacrete W (%)	Bahan – bahan Susun Beton ( kg )					
	Semen	Sikacrete W	Sikament NN	Pasir	Kerikil	Air
0	11,25	0	0	23,15	34,72	6,76

Tabel 2. Perbandingan Camp. Substitusi Sikacrete W 5 %

Prosentase Sikacrete W (%)	Bahan – bahan Susun Beton ( kg )					
	Semen	Sikacrete W	Sikament NN	Pasir	Kerikil	Air
5	11,25	0,56	0,169	23,15	34,72	5,74

Tabel 3. Perbandingan Camp. Substitusi Sikacrete W 10 %

Prosentase Sikacrete W (%)	Bahan – bahan Susun Beton ( kg )					
	Semen	Sikacrete W	Sikament NN	Pasir	Kerikil	Air
10	11,25	1,125	0,169	23,15	34,72	5,74

### HASIL PENELITIAN

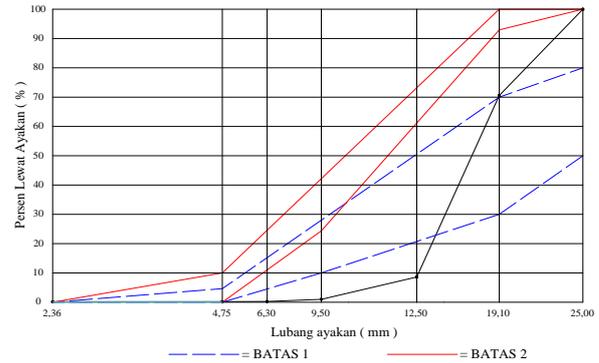
- 1) Berat jenis kering tungku = 2,6
- 2) Berat jenis pasir SSD = 2,7
- 3) Berat satuan pasir = 0,001568 kg/cm<sup>3</sup>
- 4) Modulus halus = 2,6

5) Gradasi pasir masuk daerah II

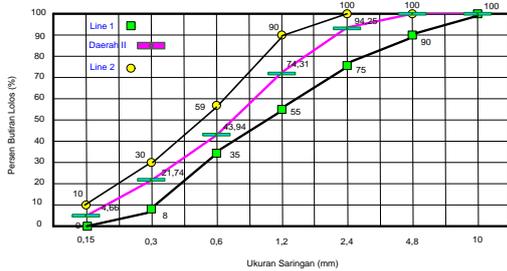
**Tabel 4.** Data Hasil Analisa Ayakan

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Kumulatif (%)	Berat Kumulatif Lewat Ayakan (%)
	(gr)	(%)		
4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
2,36	28,73	5,75	5,75	94,25
1,18	99,70	19,94	25,69	74,31
0,60	151,89	30,38	56,06	43,94
0,30	111,00	22,20	78,26	21,74
0,15	85,38	17,08	95,34	4,66
Sisa	23,30	4,66	-	-
Jumlah	500,00	100,00	261,10	338,90

Modulus halus Pasir = 2,6



**Grafik 2.** Daerah gradasi kerikil kasar



**Grafik.1** Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar

**Data hasil pemeriksaan modulus halus kerikil**

- 1) Berat jenis kering tungku = 2,76
- 2) Berat satuan kerikil = 0,001294 kg/cm<sup>3</sup>
- 3) Modulus halus = 5,18
- 4) Gradasi kerikil masuk daerah = I (kasar)

**Tabel 5.** Data Hasil Analisa Ayakan

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Kumulatif (%)	Berat Kumulatif Lewat Ayakan (%)
	(gr)	(%)		
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,10	568,94	28,45	28,45	71,55
12,50	1258,87	62,94	91,39	8,61
9,50	152,62	7,63	99,02	0,98
6,30	14,42	0,72	99,74	0,26
4,75	1,45	0,07	99,81	0,19
2,36	0,20	0,01	99,82	0,18
Sisa	3,50	0,17	-	100,00
Jumlah	2000,00	100,00	518,23	281,77

Modulus Halus Kerikil = 5,18

**Pengujian Nilai Slump**

Dari hasil penelitian uji nilai *slump* beton normal (0%) didapat nilai rata-rata sebesar 13,5 cm. Sedangkan untuk campuran *sikacrete-w*, *sikament-nn* (5 %) didapat nilai rata-rata 10 cm. Dan untuk campuran *sikacrete-w*, *sikament nn* (10%) didapat nilai slump 3.8 cm.

**Hasil Pengujian Beton**

Pengujian kuat tekan beton dimaksudkan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton melalui benda uji silinder beton, dengan umur tertentu melalui curing dilaboratorium.

Kuat tekan adalah nilai yang ditunjukkan dengan jalan menekan benda uji beton melalui alat tekan beton. Besarnya kuat tekan beton ini menunjukkan baik tidaknya mutu pelaksanaan beton.

Dengan menekan benda uji beton sampai hancur pada mesin tekan beton akan didapatkan beban hancur beton. Kemudian besarnya beban hancur ini dibagi dengan luas permukaan benda uji yang tertekan maka akan didapatkan besarnya tegangan tekan beton. Dengan kata lain kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

**Tabel 6.** Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.0.7.1	30,20	14,75	12,30	2,385	13,50	17078,66	125100	7,325	7,080
2	T.0.7.2	30,20	14,90	12,29	2,335		17427,79	120100	6,891	
3	T.0.7.3	30,20	14,75	11,65	2,259		17078,66	120000	7,026	

**Tabel 7.** Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

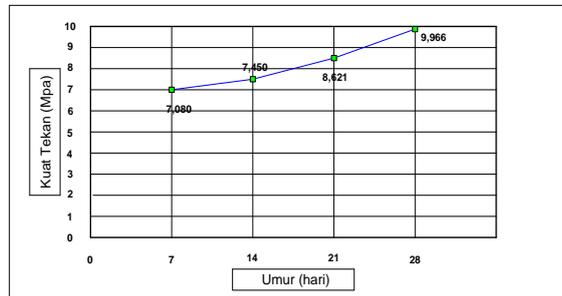
No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.0.14.1	30,15	14,85	11,83	2,267	13,50	17311,02	125100	7,226	7,450
2	T.0.14.2	30,00	14,95	12,76	2,424		17544,95	135200	7,706	
3	T.0.14.3	30,20	14,95	11,96	2,257		17544,95	130150	7,418	

**Tabel 8.** Kuat Tekan Beton Normal Umur 21 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.0.21.1	30,15	14,95	12,19	2,304	13,50	17544,95	174800	9,963	8,621
2	T.0.21.2	30,15	14,90	12,14	2,31		17427,79	120100	6,891	
3	T.0.21.3	30,10	14,95	11,93	2,259		17544,95	158100	9,011	

**Tabel 9.** Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.0.28.1	30,20	14,95	12,40	2,34	13,50	17544,95	179500	10,230	9,966
2	T.0.28.2	30,10	14,85	12,17	2,336		17311,02	170200	9,831	
3	T.0.28.3	30,15	14,95	12,34	2,333		17544,95	172600	9,837	



**Grafik 3.** Kuat Tekan Beton Normal (0%) Umur 7, 14, 21, 28 hari

**Tabel 10.** Kuat Tekan Beton 5 % Umur 7 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.5.7.1	30,25	14,95	11,52	2,171	10,00	17544,95	225000	12,824	12,847
2	T.5.7.2	30,15	14,95	11,91	2,252		17544,95	223700	12,750	
3	T.5.7.3	30,10	14,95	11,49	2,176		17544,95	227500	12,966	

**Tabel 11.** Kuat Tekan Beton 5 % Umur 14 Hari

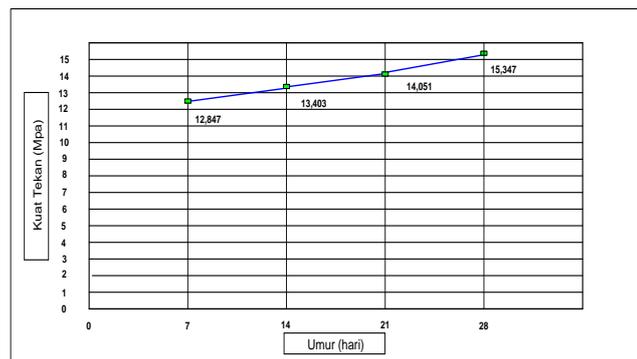
No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.5.14.1	30,10	14,90	11,64	2,219	10,00	17427,79	230000	13,197	13,403
2	T.5.14.2	30,40	14,95	11,41	2,139		17544,95	225100	12,829	
3	T.5.14.3	30,40	14,90	11,83	2,233		17427,79	247200	14,184	

**Tabel 12.** Kuat Tekan Beton 5 % Umur 21 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.5.21.1	30,10	14,95	11,60	2,191	10,00	17544,95	252800	14,408	14,051
2	T.5.21.2	30,10	14,90	11,75	2,24		17427,79	240000	13,771	
3	T.5.21.3	30,10	14,95	11,65	2,206		17544,95	245200	13,975	

Tabel 13. Kuat Tekan Beton 5 % Umur 28 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.5.28.1	30,20	14,90	12,16	2,31	10,00	17427,79	266100	15,268	15,347
2	T.5.28.2	30,15	14,95	11,63	2,199		17544,95	270200	15,400	
3	T.5.28.3	30,20	14,95	12,07	2,278		17544,95	269700	15,371	



Grafik 4. Kuat Tekan Beton 5% Umur 7, 14, 21, 28 hari

Tabel 14. Kuat Tekan Beton 10 % Umur 7 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.10.7.1	30,15	14,95	11,57	2,187	3,80	17544,95	150500	8,577	7,941
2	T.10.7.2	30,30	14,85	11,64	2,219		17311,02	140000	8,087	
3	T.10.7.3	30,20	14,95	11,66	2,201		17544,95	125600	7,158	

Tabel 15. Kuat Tekan Beton 10 % Umur 14 Hari

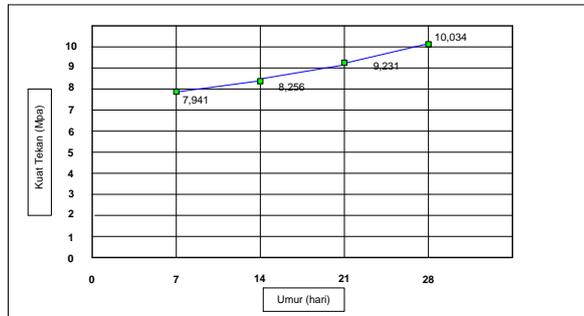
No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.10.14.1	30,25	14,95	11,60	2,186	3,80	17544,95	130600	7,443	8,256
2	T.10.14.2	30,30	14,95	11,51	2,185		17544,95	145200	8,275	
3	T.10.14.3	30,20	14,95	11,60	2,189		17544,95	158800	9,051	

Tabel 16. Kuat Tekan Beton 10 % Umur 21 Hari

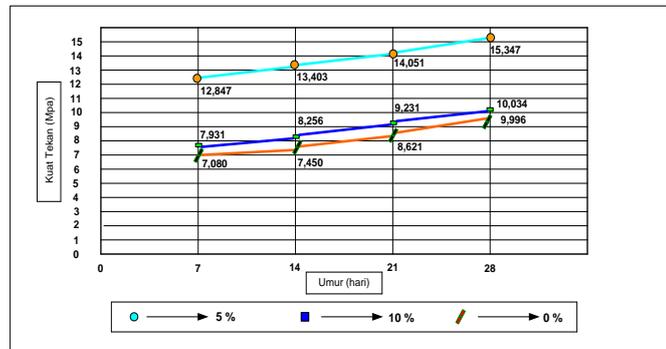
No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.10.21.1	30,20	14,90	11,30	2,147	3,80	17427,79	170150	9,763	9,231
2	T.10.21.2	30,30	14,60	11,40	2,248		16733,06	145300	8,683	
3	T.10.21.3	30,20	14,85	11,65	2,228		17311,02	160100	9,248	

Tabel 17. Kuat Tekan Beton 10 % Umur 28 Hari

No	Tanda/Kode Benda Uji	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	B.J (t/m <sup>3</sup> )	Slump	Luas (mm <sup>2</sup> )	P <sub>desak</sub> (N)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)
1	T.10.28.1	30,30	14,95	12,05	2,267	3,80	17544,95	179610	10,237	10,034
2	T.10.28.2	30,25	14,80	12,35	2,374		17194,64	150550	8,755	
3	T.10.28.3	30,50	14,90	11,60	2,197		17427,79	193610	11,109	



Grafik 5. Kuat Tekan Beton 10% Umur 7, 14, 21, 28 hari



Grafik 6. Kuat Tekan Beton 0%-5%-10%

**KESIMPULAN**

- 1) Penelitian ditinjau dari kemudahan pengerjaan (*workability*), sangat sulit karena keterbatasan alat dan bahan *Sikacrete W* dan *Sikament-NN*.
- 2) Penggunaan *Sikament-NN* sesuai dosis pemakaian antara 0,6 %-1,5 % tidak menjadi patokan.
- 3) Dari hasil penelitian kuat tekan yang memenuhi persyaratan antara beton normal 0 %, 5 %, 10 % adalah 5 %.
- 4) Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari, 0 % = 9,966 MPa, 5 % = 15,347 MPa, 10 % = 10,304 MPa.
- 5) Prosentase tingkat kuat tekan beton antara (0 %-5 %) adalah 54 %, (0 %-10 %) adalah 4 %.

**DAFTAR PUSTAKA**

Antoni, 2007, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta  
 DPU, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI, 1982). Cetakan Pertama, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman DPU. Bandung.

DPU, 1990, Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal, SK. SNI. T - 15 - 1990 - 03, DPU Bandung.  
 DPU, 1996, Metode Pengujian Elastisitas Beton, SNI. 03 - 4169 - 1996, DPU Bandung.  
 Kardiyono, 1996, Tehnologi Beton, Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.  
 Kardiyono, 1998, Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Buku Ajar tidak diterbitkan.  
 Kardiyono, 2007, Bahan Konstruksi Teknik, Edisi Pertama, Penerbit Tehnik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.  
 Mulyono. T, 2003, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Murdock, L. d. Brook, 1986, Bahan Dan Praktek Beton, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.