

PEMANFAATAN TETES TEBU SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM CAMPURAN BETON

Harri Ismunandar¹⁾, Chrisna Djaya Mungok²⁾, Asep Supriyadi²⁾

Email: harryismunandar11@gmail.com

ABSTRACT

As it grows concrete in building construction are often used as a structure and can be used for other things. In the process of mixing concrete on the ground frequently arise in the form of stirring and casting a result of a reduction in the amount of water usage to improve the quality of concrete, it is necessary to use additive (additive) as a mixture of concrete mix so that more plastic that will facilitate and speed up concrete hardening foundry. Molasses is one of the waste produced by the sugar mills. Additional material is a lot of functions, such as adding strength concrete, binding time slows to consider the price. Tests conducted on the study include compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides, as well as testing the temperature after casting, hardening time test / setting time by means of Vicat, shrinkage testing using a ruler and porosity testing. For testing compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides using cylindrical test specimen with a diameter of 15 cm and 30 cm high. The test specimen consists of 147 cylinders for each - each variation. This research uses seven variations, normal concrete (N), normal concrete molasses plus 0.05% (0.05% TT), normal concrete molasses plus 0.4% (TT 0.4%), normal concrete plus drops cane 1% (TT 1%) and normal concrete plastiment P121R Sika plus 0.05% (0.05% CA), normal concrete plastiment P121R Sika plus 0.4% (CA 4%), and normal concrete Sika plus plastiment P121R 1% (1% CA)

Results of testing the temperature after casting temperature rise by 1-3oC. The test results hardening time / setting time can take an average time of hardening of concrete during the 280 minutes. From the test results of concrete shrinkage that occurs ± 0.1 cm. The test results show that the porosity by using molasses can reduce porosity. Testing of compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides obtained optimum value on the concrete admixture plus molasses. In the compressive strength of an increase of 4% compared to normal concrete (N), while the tensile strength divided by 16:51% increased compared to normal concrete (N), and the modulus of elasticity increased by 24% compared to normal concrete (N).

Keywords : Molasses, plastiment P121R Sika, temperature, setting time, shrinkage

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangannya beton dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur dan dapat digunakan untuk hal lainnya. Banyak hal yang dapat dilakukan dengan beton dalam bangunan, Pada umumnya bahan penyusun beton adalah semen, agregat dan air yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut. Untuk semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Semen Portland Pozzolan (PPC).

Pada proses pengerjaan adukan beton di lapangan juga sering terjadi permasalahan berupa pengadukan dan pengecoran akibat dari pengurangan jumlah penggunaan air untuk meningkatkan mutu beton, maka perlu menggunakan *additive* (bahan tambah) sebagai campuran adukan beton supaya lebih plastis sehingga akan memudahkan pengecoran dan mempercepat pengerasan beton.

Dalam penelitian ini beton yang direncanakan adalah beton yang memakai semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dan menggunakan bahan tambah (*Admixture*) Tetes tebu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah suatu campuran antara semen, agregat mineral dan air, yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut.

Perencanaan campuran beton yang sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi umumnya harus dapat memenuhi:

- Persyaratan kekuatan
- Persyaratan keawetan
- Persyaratan kemudahan pekerjaan dan
- Persyaratan Ekonomis

2.1 Semen, Agregat dan Air

Semen portland pozolan suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen Portland dengan pozolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozolan.

2.1.1. Jenis dan Penggunaan

1. Jenis IP-U yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.
2. Jenis IP-K yaitu semen portland pozolan 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 pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis P-K yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

Tabel 1. Komposisi Teknis Semen Portland Pozolan Cement (PPC)

Semen Gresik, Portland Pozzolan Cement

Jenis Pengujian	SNI 15-2049-04		ASTM C595-03	Hasil Pengujian
	PPC Tipe IP-U	PPC Tipe IP-K	PPC Tipe IP	
Komposisi Kimia:				
Silikon Dioksida (SiO ₂),%	-	-	-	23,13
Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃),%	-	-	-	8,76
Ferri Oksida (Fe ₂ O ₃),%	-	-	-	4,62
Kalsium Oksida (CaO),%	-	-	-	58,66
Magnesium Oksida (MgO),%	≤ 6,00	≤ 6,00	≤ 6,00	0,90
Sulfur Trioksida (SO ₃),%	≤ 3,50	≤ 3,50	≤ 3,50	2,18
Hilang Pijar (LOI),%	≤ 5,00	≤ 3,00	≤ 3,00	1,69
Kapur Bebas ,%	-	-	-	0,69
Bagian Tidak Larut ,%	-	-	-	0,82
Pengujian Fisika:				
Kehalusan:				
Sisa di atas ayakan 0,09 mm (%)	-	-	(A)	
Dengan Alat Blaine (M ² /Kg)	≥ 280	≥ 280	(A)	325
Waktu Pengikatan dengan alat Vicat:				
Awal (menit)	≥ 45	≥ 45	≥ 45	153
Akhir (menit)	≤ 420	≤ 420	≤ 420	249
Kekekalan dengan alat Autoclave:				
Pemuaian (%)	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,80	0,043
Penyusutan (%)	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,20	-
Kuat Tekan				
3 hari (Kg/cm ²)	≥ 125	≥ 110	≥ 130	205
7 hari (Kg/cm ²)	≥ 200	≥ 165	≥ 200	290
28 hari (Kg/cm ²)	≥ 250	≥ 205	≥ 250	385
Panas Hidrasi				
7 hari (cal/gr)	-	≤ 70	≤ 70 (B)	68,15
28 hari (cal/gr)	-	80	≤ 80 (B)	78,40
Kandungan Udara (%)	< 12 [C]	< 12 [C]	≤ 12	6,40

2.2 Admixture / Bahan Tambah

Admixture atau bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (*Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton SK SNI S-18-1990-03*).

Secara umum *admixture* terbagi dalam tiga jenis yaitu bahan tambah kimiawi

(*chemical admixture*), bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah lainnya.

2.2.1. Tetes Tebu

Tetes tebu adalah jenis bahan tambah yang sifatnya untuk perlambat waktu ikat (*retarder*). Sesuai dengan namanya (*retarder*), *Admixture* ini juga dapat memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton. Tetes tebu dapat digunakan 0,05% sampai 0,4% terhadap berat semen.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dengan jumlah benda uji silinder (15x30) cm sebanyak 147 buah. Tiap-tiap variabel campuran Tetes tebu 0,05%, 0,4%, 1% sebanyak 21 buah benda uji. Pekerjaan meliputi :

3.1 Pemeriksaan Material

Analisa bahan dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat halus (pasir) meliputi Pemeriksaan Kadar Organik, Pemeriksaan Kadar Lumpur, Pemeriksaan Kadar Air, Pemeriksaan Gradasi, Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air serta Pemeriksaan Berat Volume. Untuk agregat kasar (kerikil) meliputi Pemeriksaan Kadar Air, Pemeriksaan Gradasi, Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air, Pemeriksaan Berat Volume dan Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.

3.2. Perencanaan Komposisi Campuran

Setelah analisa bahan, maka dilakukan perencanaan perhitungan campuran yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan metode SNI 03-2834-2002.

3.3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dimulai dari Penimbangan ini dilakukan agar dapat hasil yang sesuai dengan proporsi hitungan yang telah dilaksanakan sebelumnya.

3.4. Perawatan Benda Uji

Setelah beton yang dicor berumur 1 (satu) hari (24 Jam), bekesting atau cetakan beton dibuka kemudian benda uji berbentuk silinder yang telah dibuka dari cetakannya

dimasukan kedalam air yang telah disediakan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Perendaman tersebut dilakukan sampai sampel beton tersebut akan diuji kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, porositas, susut beton

3.5. Pengujian Suhu

Pengujian ini dilakukan saat benda uji silinder telah dibuat pada masing-masing variabel (0,05 %, 0,4%, 1 %) sehingga dapat diketahui apakah ada perubahan suhu pada beton. Adapun langkah-langkah pengujian tes ini berdasarkan SNI 03-4807-1998.

3.6. Pengujian Waktu Pengerasan / Setting Time

Pengerasan dan pengikatan pasta semen terjadi karena suatu proses hidrasi semen (setelah dicampur dengan air), atau disebabkan oleh proses hidrasi dari unsur-unsur semen. Adapun langkah-langkah pengujian tes ini berdasarkan SNI 03-6827-2002.

3.7. Pengujian Susut

Pada pengujian ini mencakup penentuan pengaruh semen portland pada susut yang terjadi pada benda uji yang telah kering, pada pengujian susut ini hanya menggunakan penggaris sebagai alat bantu untuk mengukur perubahan susut pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

3.8. Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Penelitian terhadap porositas lebih didasarkan dari segi keawetan dan kekuatan beton itu sendiri. Pengujian porositas dilakukan pada benda uji umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari diambil dari bak perendam, dilap kemudian ditimbang (wb). Kemudian benda uji dikeringkan selama 1 hari sampai benda uji benar-benar kering kemudian ditimbang kembali (wk).

3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pengujian ini dilakukan pada beton yang berumur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari dan masing-

masing variabel tiap pengujian digunakan 3 benda uji.

Rumus untuk menentukan nilai kuat tekan benda uji :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

$$f'_c = \frac{\sum_1^n f_c}{n}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$f'_c = f'_{cr} - 1,64 \times Sd$$

3.10. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 28 hari dan masing-masing variabel tiap pengujian digunakan 1 buah benda uji.

$$f'_{CT} = \frac{2P}{\pi dd}$$

3.11. Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian ini memberikan nilai perbandingan *stress* (tegangan), *strain* (regangan) dan perbandingan antara regangan lateral dan longitudinal untuk beton pada suatu umur.

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Bahan

Hasil pemeriksaan agregat dilaboratorium diperoleh bahwa agregat halus (pasir) mempunyai modulus kehalusan butir sebesar 2,572 dan terletak pada zona II, kadar lumpur sebesar 0,606%, kadar air 0,35%, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata - rata sebesar 2,633. Penyerapan (*absorpsi*) rata - rata sebesar 0,402%, berat *volume* rata - rata yaitu 1,430 kg/liter atau 1430 kg/m³ dan terletak pada organic plate nomor tiga.

Untuk agregat kasar (kerikil) mempunyai modulus kehalusan butir sebesar 2,617, kadar air 0,46%, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata-rata sebesar 2,711. Penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,325%, berat *volume* rata-rata yaitu 1,520

kg/liter atau 1520 kg/m³, keausan agregat sebesar 18,95% < 40 %.

4.2 Hasil Pengujian Suhu

Tabel 2. Hasil Analisa Pengujian Suhu Masing-masing Variabel

Kode BU	Suhu Ruangan	Suhu Beton Rat-rata	Kenaikan Suhu	Kenaikan Suhu Rata-Rata
N1	29	30.5	1.5	2.06
N2	29	31.0	2	
N3	29	31.7	2.7	
TT1 0,05%	29	31.0	2	2.07
TT2 0,05%	29	31.4	2.4	
TT3 0,05%	29	30.8	1.8	
TT1 0,4%	31	32.4	1.4	1.50
TT2 0,4%	31	32.4	1.4	
TT3 0,4%	31	32.8	1.8	
TT1 1%	30	31.8	1.8	1.77
TT2 1%	30	32.3	2.3	
TT3 1%	31	32.3	1.3	
CA1 0,05%	29	29.8	1	1.00
CA2 0,05%	29	30.0	1	
CA3 0,05%	30	30.8	1	
CA1 0,4%	29	30.5	1.5	1.02
CA2 0,4%	30	30.8	1	
CA3 0,4%	30	30.8	1	
CA1 1%	29	29.8	1	1.32
CA2 1%	29	31.4	2.4	
CA3 1%	30	30.8	1	

Dari hasil pengujian suhu rata-rata dapat di analisa bahwa baik beton normal maupun beton yang ditambahkan tetes tebu tetap akan mengalami kenaikan suhu. Berdasarkan pengujian kenaikan suhu yang terjadi berkisar antara 1°C – 3°C.

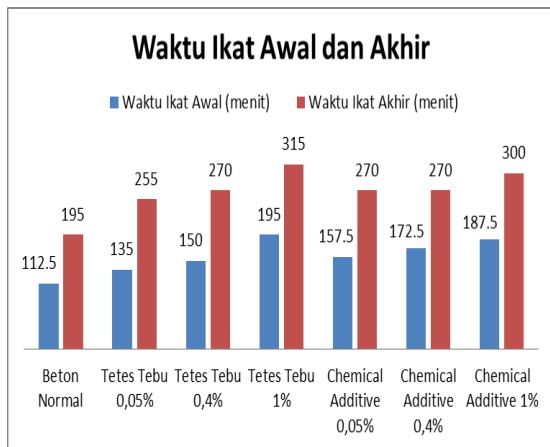
4.3. Hasil Pengujian Waktu Pengerasan / Setting Time

Tabel 3. Waktu Ikut Awal dan Waktu Ikut Akhir Pengujian Setting Time

Benda Uji	Waktu Ikut Awal	Suhu	Waktu Ikut Akhir	Suhu
	(menit)	(°C)	(menit)	(°C)
Beton Normal Tanpa Additive	112,5	31	195	31
Tetes Tebu 0,05%	135	29	255	31
Tetes Tebu 0,4%	150	29	270	31
Tetes Tebu 1%	195	30	315	30,5
Chemical Additive 0,05%	157,5	29	270	30
Chemical Additive 0,4%	172,5	30	270	29
Chemical Additive 1%	187,5	30	300	29

Dari tabel 3 dapat dilihat waktu ikat awal dan waktu ikat akhir yang terjadi dari pengujian setting time menggunakan alat vicat, dari data

hasil menunjukkan bahwa tetes tebu 1% agak lebih lama mencapai waktu ikat awal di menit ke 195 dan waktu ikat akhir di menit 315 dibandingkan variabel lainnya.



Gambar 1. Waktu Pengikatan Awal dan Akhir (Initial dan Final Set)

4.4. Pengujian Susut Beton

Tabel 4. Susut Umur 28 Hari

Umur 28 Hari				
Kode BU	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
BN 13	15,1	30,1	15	30
BN 14	15	30,1	15	30
BN 15	15	30,1	15	30,1
TT13 0,05%	15	30	15	30
TT14 0,05%	15	30,05	15	30
TT15 0,05%	15	30	15	30
TT13 0,4%	15	30	15	30
TT14 0,4%	15,05	30,05	15	30
TT15 0,4%	15	30	15	30
TT13 1%	15	30	15	30
TT14 1%	15	30,1	15	30,1
TT15 1%	15	30	15	30
CA13 0,05%	15	30	15	30
CA14 0,05%	15,05	30,05	15	30
CA15 0,05%	15	30	15	30
CA13 0,4%	15	30	15	30
CA14 0,4%	15	30,1	15	30,1
CA15 0,4%	15,05	30,05	15	30
CA13 1%	15	30	15	30
CA14 1%	15	30,1	15	30,1
CA15 1%	15	30	15	30

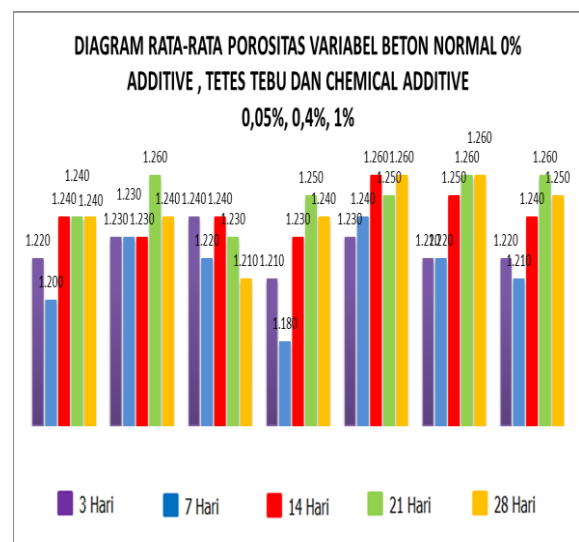
Berdasarkan pengukuran hasil pengujian susut yang dilakukan pada beton normal tanpa additive dan beton yang menggunakan additive Tetes Tebu memang terjadi penyusutan di beberapa variasi benda uji tetapi dari data tersebut susut yang terjadi tidak begitu signifikan artinya susut yang terjadi relatif kecil. Dari pengujian ini bisa dikatakan baik beton normal tanpa additive maupun dengan additive akan tetap terjadi susut.

4.5. Pengujian Porositas

Tabel 5. Besar Porositas Rata-Rata Variabel

Besar Porositas Rata-Rata Variabel (%)							
UMUR	BN	TT 0,05 %	TT 0,4 %	TT 1 %	CA 0,05 %	CA 0,4 %	CA 1 %
3 Hari	1.220	1.230	1.240	1.210	1.230	1.220	1.220
7 Hari	1.200	1.230	1.220	1.180	1.240	1.220	1.210
14 Hari	1.240	1.230	1.240	1.230	1.260	1.250	1.240
21 Hari	1.240	1.260	1.230	1.250	1.250	1.260	1.260
28 Hari	1.240	1.240	1.210	1.240	1.260	1.260	1.250
Rata - rata	1.228	1.238	1.228	1.222	1.248	1.242	1.236
Persentase Terhadap BN	100.00%	100.81%	100.00%	99.51%	101.63%	101.14%	100.65%

Berdasarkan tabel perhitungan hasil pengujian porositas pada tabel 4.29 dapat dilihat bahwa porositas rata-rata terbesar terjadi pada beton yang di tambahkan Chemical Additive Retarder dibandingkan beton yang ditambahkan tetes tebu dan beton normal. Dibawah ini grafik tingkat porositas rata-rata yang terjadi pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.



Gambar 2. Diagram Rata-Rata Porositas dari Keseluruhan Variabel.

Berdasarkan analisis data hasil pengujian dapat diperoleh rata-rata porositas yang terjadi pada gambar 4.2, sehingga ini membuktikan bahwa menggunakan Tetes tebu dapat mengurangi porositas yang terjadi pada beton.

4.6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Normal
atau Tanpa *Additive* 0 %

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	BN	10	455	454650	17662.5	25.74					38.419	0.17	0.03
2	BN	10	433	433300	17662.5	24.53					36.615	-1.63	2.67
3	BN	10	435	434910	17662.5	24.62					36.751	-1.50	2.24
4	BN	10	534	534180	17662.5		30.24				39.794	1.55	2.39
5	BN	10	556	556050	17662.5		31.48				41.424	3.18	10.08
6	BN	10	549	549330	17662.5		31.10				40.923	2.67	7.15
7	BN	10	631	631230	17662.5			35.74			40.156	1.91	3.64
8	BN	10	491	491300	17662.5			27.82			31.254	-6.99	48.92
9	BN	10	589	588790	17662.5			33.34			37.456	-0.79	0.63
10	BN	10	667	667080	17662.5				37.77		41.052	2.80	7.86
11	BN	10	661	661150	17662.5				37.43		40.687	2.44	5.95
12	BN	10	635	634950	17662.5				35.95		39.075	0.83	0.68
13	BN	10	514	513580	17662.5					-	-	-	-
14	BN	10	613	613340	17662.5					34.73	34.726	-3.52	12.41
15	BN	10	656	656020	17662.5					37.14	37.142	-1.11	1.22
Jumlah						74.90	92.83	96.89	111.15	71.87	535.47		105.88
Kuat Tekan Rata-Rata						24.97	30.94	32.30	37.05	35.93	38.25		7.56
Standar Deviasi						2.854							
Kuat Tekan Karakteristik						33.568							

Tabel 7. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Tetes tebu 0,05%

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	TT 0.05%	10	532	531530	17662.5	30.09					44.916	4.56	20.82
2	TT 0.05%	10	483	483350	17662.5	27.37					40.845	0.49	0.24
3	TT 0.05%	10	527	526790	17662.5	29.83					44.515	4.16	17.32
4	TT 0.05%	10	571	571320	17662.5		32.35				42.561	2.21	4.87
5	TT 0.05%	10	403	403120	17662.5		-				-	-	-
6	TT 0.05%	10	523	523050	17662.5		29.61				38.965	-1.39	1.93
7	TT 0.05%	10	649	649330	17662.5			36.76			41.307	0.95	0.91
8	TT 0.05%	10	619	619320	17662.5			35.06			39.398	-0.96	0.91
9	TT 0.05%	10	645	644750	17662.5			36.50			41.016	0.66	0.44
10	TT 0.05%	10	682	681730	17662.5				38.60		41.954	1.60	2.56
11	TT 0.05%	10	489	488590	17662.5				-		-	-	-
12	TT 0.05%	10	612	612450	17662.5				34.68		37.690	-2.66	7.09
13	TT 0.05%	10	626	625710	17662.5					35.43	35.426	-4.93	24.28
14	TT 0.05%	10	631	630980	17662.5					35.72	35.724	-4.63	21.43
15	TT 0.05%	10	711	711370	17662.5					40.28	40.276	-0.08	0.01
Jumlah						87.28	61.96	108.33	73.27	111.43	524.59		102.81
Kuat Tekan Rata-Rata						29.09	30.98	36.11	36.64	37.14	40.35		7.91
Standar Deviasi						2.927							
Kuat Tekan Karakteristik						35.553							

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Tetes tebu 0,4%

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	TT 0.4%	11	135	135200	17662.5	-					-	-	-
2	TT 0.4%	11	220	219570	17662.5	-					-	-	-
3	TT 0.4%	11	130	129870	17662.5	-					-	-	-
4	TT 0.4%	11	484	484000	17662.5		27.40				36.056	-1.37	1.88
5	TT 0.4%	11	306	305770	17662.5		-				-	-	-
6	TT 0.4%	11	536	536240	17662.5		30.36				39.948	2.52	6.36
7	TT 0.4%	11	514	513550	17662.5			29.08			32.669	-4.76	22.62
8	TT 0.4%	11	543	543010	17662.5			30.74			34.543	-2.88	8.31
9	TT 0.4%	11	634	633910	17662.5			35.89			40.326	2.90	8.41
10	TT 0.4%	11	664	664060	17662.5				37.60		40.866	3.44	11.84
11	TT 0.4%	11	659	658610	17662.5				37.29		40.531	3.11	9.64
12	TT 0.4%	11	461	460840	17662.5				-		-	-	-
13	TT 0.4%	11	613	612980	17662.5					34.71	34.705	-2.72	7.40
14	TT 0.4%	11	656	656310	17662.5					37.16	37.158	-0.27	0.07
15	TT 0.4%	11	662	661550	17662.5					37.46	37.455	0.03	0.00
Jumlah						-	57.76	95.71	74.89	109.32	374.26		76.54
Kuat Tekan Rata-Rata						-	28.88	31.90	37.44	36.44	37.43		7.65
Standar Deviasi						2.916							
Kuat Tekan Karakteristik						32.643							

Tabel 9. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Tetes tebu 1%

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	TT 1%	10	29	29000	17662.5	-					-	-	-
2	TT 1%	10	23.1	23060	17662.5	-					-	-	-
3	TT 1%	10	34.3	34310	17662.5	-					-	-	-
4	TT 1%	10	24.8	24840	17662.5		-				-	-	-
5	TT 1%	10	40.2	40220	17662.5		-				-	-	-
6	TT 1%	10	22.4	22400	17662.5		-				-	-	-
7	TT 1%	10	291	291260	17662.5			16.49			18.528	-2.87	8.24
8	TT 1%	10	188	187660	17662.5			-			-	-	-
9	TT 1%	10	280	280000	17662.5			15.85			17.812	-3.59	12.87
10	TT 1%	10	345	344650	17662.5				19.51		21.210	-0.19	0.04
11	TT 1%	10	366	366340	17662.5				20.74		22.545	1.15	1.31
12	TT 1%	10	414	413590	17662.5				23.42		25.452	4.05	16.43
13	TT 1%	10	298	298060	17662.5					-	-	-	-
14	TT 1%	10	404	403580	17662.5					22.85	22.850	1.45	2.10
15	TT 1%	10	268	268200	17662.5					-	-	-	-
Jumlah						-	-	32.34	63.67	22.85	128.40		40.99
Kuat Tekan Rata-Rata						-	-	16.17	21.22	22.85	21.40		6.83
Standar Deviasi						2.863							
Kuat Tekan Karakteristik						16.704							

Tabel 10. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Chemical Additive 0,05%

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	CA 0.05%	13	385	385370	17662.5	21.82					32.565	-5.06	25.56
2	CA 0.05%	13	384	383560	17662.5	21.72					32.412	-5.21	27.13
3	CA 0.05%	13	352	351760	17662.5	-					-	-	-
4	CA 0.05%	13	572	571700	17662.5		32.37				42.589	4.97	24.69
5	CA 0.05%	13	559	559310	17662.5		31.67				41.666	4.05	16.37
6	CA 0.05%	13	413	413210	17662.5		-				-	-	-
7	CA 0.05%	13	554	553860	17662.5			31.36			35.234	-2.39	5.70
8	CA 0.05%	13	608	607840	17662.5			34.41			38.668	1.05	1.10
9	CA 0.05%	13	570	569760	17662.5			32.26			36.245	-1.38	1.89
10	CA 0.05%	13	576	575530	17662.5				32.58		35.418	-2.20	4.85
11	CA 0.05%	13	640	639540	17662.5				36.21		39.358	1.74	3.02
12	CA 0.05%	13	689	689290	17662.5				39.03		42.419	4.80	23.02
13	CA 0.05%	13	646	646210	17662.5					36.59	36.587	-1.03	1.07
14	CA 0.05%	13	644	644150	17662.5					36.47	36.470	-1.15	1.32
15	CA 0.05%	13	697	696640	17662.5					39.44	39.442	1.82	3.32
Jumlah						43.53	64.03	98.03	107.82	112.50	489.07		139.04
Kuat Tekan Rata-Rata						21.77	32.02	32.68	35.94	37.50	37.62		10.70
Standar Deviasi						3.404							
Kuat Tekan Karakteristik						32.039							

Tabel 11. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Chemical Additive 0,4%

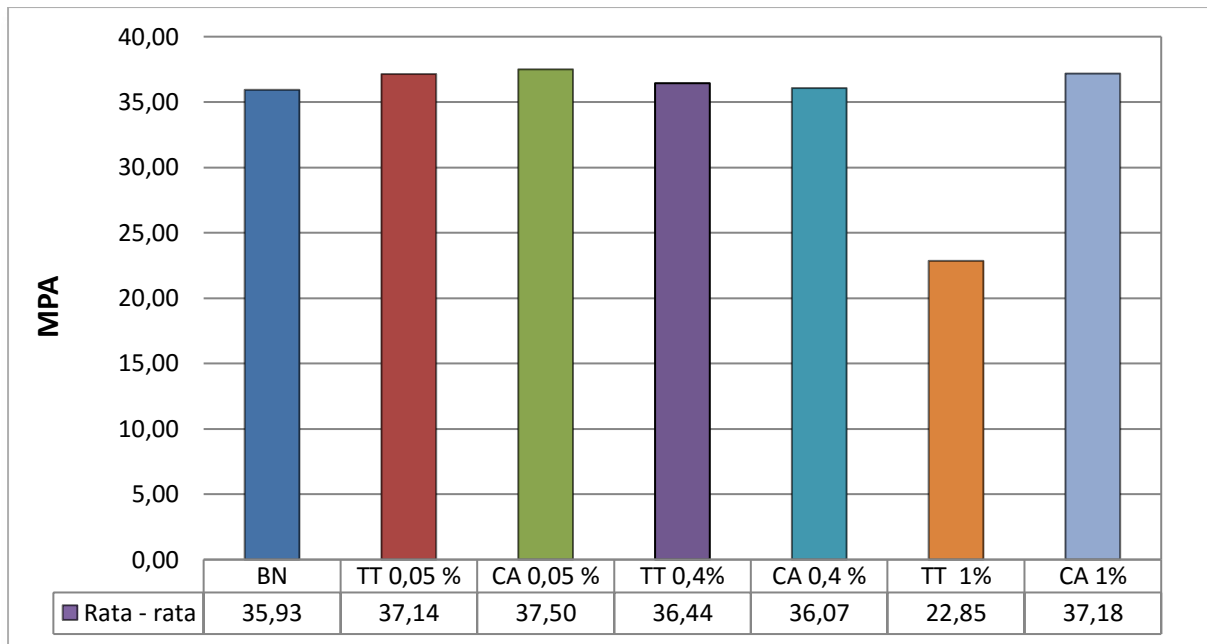
No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	CA 0.4%	12	403	403460	17662.5	22.84					34.094	-3.17	10.06
2	CA 0.4%	12	291	290500	17662.5	-					-	-	-
3	CA 0.4%	12	387	386780	17662.5	21.90					32.684	-4.58	20.99
4	CA 0.4%	12	561	561380	17662.5		31.78				41.821	4.56	20.75
5	CA 0.4%	12	567	567060	17662.5		32.11				42.244	4.98	24.78
6	CA 0.4%	12	576	575850	17662.5		32.60				42.899	5.63	31.73
7	CA 0.4%	12	521	520690	17662.5			29.48			33.124	-4.14	17.16
8	CA 0.4%	12	576	575940	17662.5			32.61			36.638	-0.63	0.39
9	CA 0.4%	12	556	555670	17662.5			31.46			35.349	-1.92	3.67
10	CA 0.4%	12	621	620910	17662.5				35.15		38.211	0.95	0.89
11	CA 0.4%	12	609	609300	17662.5				34.50		37.497	0.23	0.05
12	CA 0.4%	12	633	633010	17662.5				35.84		38.956	1.69	2.86
13	CA 0.4%	12	595	594780	17662.5					33.67	33.675	-3.59	12.89
14	CA 0.4%	12	651	651250	17662.5					36.87	36.872	-0.39	0.15
15	CA 0.4%	12	665	665110	17662.5					37.66	37.657	0.39	0.15
Jumlah						44.74	96.49	93.55	105.49	108.20	521.72		146.54
Kuat Tekan Rata-Rata						22.37	32.16	31.18	35.16	36.07	37.27		10.47
Standar Deviasi						3.357							
Kuat Tekan Karakteristik						31.759							

Tabel 12. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Chemical Additive 1%

No	Kode	Slump	Beban Max		Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) ²
			KN	N		3	7	14	21	28			
1	CA 1%	12.5	555	554520	17662.5	31.40					46.859	4.46	19.91
2	CA 1%	12.5	568	567800	17662.5	32.15					47.981	5.58	31.19
3	CA 1%	12.5	580	580000	17662.5	32.84					49.012	6.62	43.76
4	CA 1%	12.5	664	663780	17662.5		37.58				49.449	7.05	49.74
5	CA 1%	12.5	607	607460	17662.5		34.39				45.253	2.86	8.16
6	CA 1%	12.5	657	656990	17662.5		37.20				48.943	6.55	42.86
7	CA 1%	12.5	389	389360	17662.5			-			-	-	-
8	CA 1%	12.5	493	493430	17662.5			-			-	-	-
9	CA 1%	12.5	580	579870	17662.5			32.83			36.888	-5.51	30.34
10	CA 1%	12.5	611	611000	17662.5				34.59		37.601	-4.80	23.00
11	CA 1%	12.5	664	664190	17662.5				37.60		40.874	-1.52	2.32
12	CA 1%	12.5	597	597380	17662.5				33.82		36.763	-5.63	31.74
13	CA 1%	12.5	652	652250	17662.5					36.93	36.929	-5.47	29.90
14	CA 1%	12.5	639	638680	17662.5					36.16	36.160	-6.24	38.89
15	CA 1%	12.5	679	678980	17662.5					38.44	38.442	-3.95	15.64
Jumlah						96.38	109.17	32.83	106.02	111.53	551.15		367.44
Kuat Tekan Rata-Rata						32.13	36.39	32.83	35.34	37.18	42.40		28.26
Standar Deviasi						5.534							
Kuat Tekan Karakteristik						33.322							

Tabel 13. Perbandingan Kuat Tekan Karakteristik

Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan Beton (Mpa) Rencana Mutu Beton 25 mPa						
	BN	TT 0,05 %	CA 0,05 %	TT 0,4%	CA 0,4 %	TT 1%	CA 1%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	24.97	29.09	21.77	0.00	22.37	0.00	32.13
7	30.94	30.98	32.02	28.88	32.16	0.00	36.39
14	32.30	36.11	32.68	31.90	31.18	16.17	32.83
21	37.05	36.64	35.94	37.44	35.16	21.22	35.34
28	35.93	37.14	37.50	36.44	36.07	22.85	37.18
Kuat Tekan Rata - rata	32.24	33.99	31.98	33.67	31.39	20.08	34.77
Persentase Terhadap Beton Normal	100%	103%	104%	101%	100%	64%	103%



Gambar 3. Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Variabel Beton

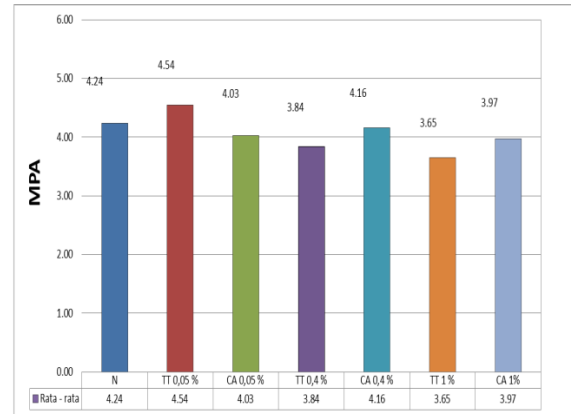
Untuk Tetes Tebu 0,05 %, adanya peningkatan sebesar 3 % dari 35,93 MPa menjadi 37,14 MPa, untuk benda uji Tetes Tebu 0,4 %, terjadi peningkatan sebesar 1 % dari 35,93 MPa menjadi 36,44 MPa, untuk Tetes Tebu 1 %, adanya penurunan sebesar 36 % dari 35,93 MPa menjadi 22,85 MPa, dan untuk benda uji Chemical Additive 0,05 % terjadi peningkatan sebesar 4 % dari 35,93 MPa menjadi 37,50 MPa, untuk Chemical Additive 0,4 %, adanya peningkatan sebesar 0,38 % dari 35,93 MPa menjadi 36,07 MPa , dan terhadap benda uji Chemical Additive 1% terjadi peningkatan sebesar 3 % dari 35,93 MPa menjadi 37,18 MPa. Dari hasil tersebut dengan menggunakan additive Tetes Tebu dan Chemical Additive kuat tekan nya lebih tinggi dari beton normal tanpa additive, terkecuali untuk additive tetes tebu 1 % mengalami penurunan kuat tekan di sebabkan penggunaan campuran additive terlalu banyak sehingga dapat menurunkan mutu beton .

4.7. Pengujian Kuat Tarik Belah

Dari hasil penelitian nilai kuat tarik belah umur 28 hari didapat data sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Kuat Tarik Belah Rata-Rata Semua Variasi Pada Umur 28 Hari

Kuat Tarik Belah									
No	Kode	Berat	Berat	Diameter	Beban	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Belah Rata-rata	Persentase terhadap beton normal	
		kg	Rata-rata		P				MPa
		a	Kg		b				c
1	BN	13.32	13.030	150	264.75	3.74	4.24	100.00%	
2	BN	12.9		150	318.66	4.51			
3	BN	12.87		150	316.26	4.47			
4	TT 0,05 %	13.01	13.123	150	332.08	4.70	4.54	107.10%	
5	TT 0,05 %	13.19		150	313.48	4.43			
6	TT 0,05 %	13.17		150	317.99	4.50			
7	TT 0,4 %	12.9	12.933	150	274.65	3.88	3.84	90.59%	
8	TT 0,4 %	12.91		150	279.66	3.95			
9	TT 0,4 %	12.99		150	260.74	3.69			
10	CA 0,05 %	12.8	13.020	150	289.37	4.09	4.03	94.98%	
11	CA 0,05 %	13.03		150	276.52	3.91			
12	CA 0,05 %	13.23		150	288.61	4.08			
13	CA 0,4 %	13.13	13.057	150	299.82	4.24	4.16	98.05%	
14	CA 0,4 %	13.05		150	309.9	4.38			
15	CA 0,4 %	12.99		150	272.44	3.85			
16	TT 1 %	12.63	12.933	150	224.85	3.18	3.65	86.08%	
17	TT 1 %	13		150	260.31	3.68			
18	TT 1 %	13.17		150	289.26	4.09			
19	CA 1 %	13.1	13.057	150	265.84	3.76	3.97	93.59%	
20	CA 1 %	12.93		150	291.94	4.13			
21	CA 1 %	13.14		150	284.22	4.02			



Gambar 4. Kuat Tarik Belah Rata-Rata Semua Variasi Umur 28 Hari

Analisa lebih lanjut dapat dilihat pada grafik 4.2, dimana Tetes Tebu dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Untuk benda TT 0,05 %, adanya peningkatan sebesar 7,10% dari 4,24 MPa menjadi 4,54 MPa, untuk benda uji Tetes Tebu 0,4 %, adanya penurunan sebesar 9,41% dari 4,24 MPa menjadi 3,84 MPa, sedangkan terhadap benda uji Tetes Tebu 1% terjadi penurunan sebesar 13,92 % dari 4,24 MPa menjadi 3,65 MPa, dan untuk benda uji CA 0,05 % terjadi penurunan sebesar 5,02% dari 4,24 MPa menjadi 4,03 MPa, dan untuk benda uji CA 0,4 % terjadi penurunan sebesar 1,95 % dari 4,24 MPa menjadi 4,16MPa, sedangkan terhadap benda uji CA 1% terjadi penurunan sebesar 6,41 % dari 4,24 MPa menjadi 3,97 MPa.

4.8. Pengujian Modulus Elastisitas

Dari hasil penelitian nilai kuat tarik belah umur 28 hari didapat data sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Umur 28 Hari

Hasil Modulus Tiap Variasi									
NO	Variasi	f_{cm}	E_{mod} pada 20% f_{cm}	E_{mod} pada 55% f_{cm}	Hasil Modulus Tiap Variasi				Modulus Elastisitas (E) (Tape-test)
					E_{mod} pada 20% f_{cm}	E_{mod} pada 55% f_{cm}	E_{mod} pada 20% f_{cm}	E_{mod} pada 55% f_{cm}	
1	BN (1)	50,697	10,199	15,458	0,00000	0,01644	0,00093	0,00751	7925,971
2	BN (2)	44,047	8,809	13,213	0,00051	0,01259	0,00076	0,01114	10629,911
3	BN (3)	37,371	7,474	11,166	0,00061	0,01597	0,00140	0,01438	7066,678
4	TT 0,05% (1)	41,113	8,223	12,337	0,00084	0,01624	0,00145	0,01463	7547,753
5	TT 0,05% (2)	51,027	10,205	15,303	0,00068	0,01692	0,00177	0,01705	8284,562
6	TT 0,05% (3)	54,338	10,868	16,299	0,00113	0,02197	0,00258	0,02041	7112,442
7	TT 0,4% (1)	40,554	8,071	12,177	0,00059	0,01593	0,00101	0,01430	7440,453
8	TT 0,4% (2)	40,051	8,020	12,015	0,00074	0,01578	0,00131	0,01420	7832,283
9	TT 0,4% (3)	37,121	7,428	11,196	0,00058	0,01289	0,00167	0,01180	8855,440
10	TT 1% (1)	0,038	0,006	0,014	0,00001	0,00002	0,00003	0,00000	379,554
11	TT 1% (2)	40,041	8,008	12,010	0,00104	0,02149	0,00259	0,02114	5748,944
12	TT 1% (3)	4,890	0,978	1,445	0,00009	0,00158	0,00023	0,00143	9389,782
13	CA 0,05% (1)	40,139	8,048	12,120	0,00080	0,01155	0,00179	0,00176	10159,131
14	CA 0,05% (2)	41,242	8,248	12,371	0,00074	0,01597	0,00123	0,01259	8919,893
15	CA 0,05% (3)	44,133	8,827	13,267	0,00074	0,01481	0,00123	0,01342	8937,127
16	CA 0,4% (1)	44,800	8,960	13,400	0,00061	0,01487	0,00128	0,01340	9137,147
17	CA 0,4% (2)	48,575	9,715	14,288	0,00075	0,01489	0,00123	0,01349	9761,998
18	CA 0,4% (3)	46,578	9,316	13,289	0,00061	0,01662	0,00147	0,01467	8441,304
19	CA 1% (1)	51,052	10,210	15,316	0,00068	0,01799	0,00167	0,01620	8711,791
20	CA 1% (2)	54,042	10,808	16,211	0,00101	0,02143	0,00212	0,02189	6714,200
21	CA 1% (3)	12,001	2,400	3,600	0,00014	0,00154	0,00047	0,00191	11396,111

Meningkatnya nilai modulus yang terjadi pada variasi tetes tebu dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan. Penyebabnya sudah jelas terjadi akibat komposisi campuran yang beragam. Nilai modulus elastisitas beton normal tanpa additive 0% sebesar 8540.553, nilai modulus elastisitas tetes tebu 0,05% sebesar 7708.386, nilai modulus elastisitas tetes tebu 0,4% sebesar 7909.392, nilai modulus elastisitas tetes tebu 1% sebesar 5166.093, nilai modulus elastisitas Chemical Additive Retarder 0,05% sebesar 9338.757, nilai modulus elastisitas Chemical Additive Retarder 0,4% sebesar 9111.016, nilai modulus elastisitas Chemical Additive Retarder 1% sebesar 8847.401.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap beton mutu $f'c$ 25 MPa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Pengujian Kuat Tekan Beton untuk benda uji Beton Normal Tanpa Additive Nilai Kuat Tekan Sebesar 35,93 Mpa, pada benda uji Tetes Tebu 0,05% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 3%, pada benda uji Tetes Tebu 0,4% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1% jika di bandingkan dengan beton normal tanpa additive dan pada benda uji Tetes Tebu 1% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 36%, sedangkan pada benda uji Chemical

Additive Retarder 0,05% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 4%, dan pada benda uji Chemical Additive Retarder 0,4% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 0,38%, dan pada benda uji Chemical Additive Retarder 1% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 3% jika di bandingkan dengan Beton Normal Tanpa Additive.

2. Pada Pengujian Kuat tarik belah untuk benda uji Beton Normal Tanpa Additive Nilai Kuat Tarik Belah Sebesar 4,24 Mpa, pada benda uji Tetes Tebu 0,05% terjadi peningkatan Kuat Tarik Belah sebesar 7,10% jika di bandingkan dengan beton normal tanpa additive, pada benda uji Tetes Tebu 0,4% terjadi penurunan Kuat Tarik Belah sebesar 9,41%, pada benda uji Tetes Tebu 1% terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 13,92%, sedangkan pada benda uji Chemical Additive Retarder 0,05% terjadi penurunan Kuat Tarik Belah sebesar 5,02%, dan pada benda uji Chemical Additive Retarder 0,4% terjadi penurunan Kuat Tarik Belah sebesar 1,95%, dan pada benda uji Chemical Additive Retarder 1% terjadi penurunan Kuat Tarik Belah sebesar 6,41% jika di bandingkan dengan Beton Normal Tanpa Additive.
3. Komposisi yang memiliki kondisi paling getas Untuk Komposisi Tetes Tebu adalah Tetes Tebu 0,4 % kemudian Tetes Tebu 0,05 %, dan terakhir Tetes Tebu 1 %.
4. Penambahan Tetes tebu dan Chemical Additive Retarder Komposisi (0,4% dan 1%) dapat mengurangi porositas, sedangkan Porositas pada Tetes Tebu komposisi (0,05%) dan Chemical Additive Retarder komposisi (0,05%, 0,4% dan 1%) dapat meningkatkan porositas dibandingkan dari Variabel Beton Normal Tanpa Additive.
5. Semakin besar penambahan tetes tebu (*molase*) maka semakin lama waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pada campuran pasta tersebut. Sehingga Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menambahkan Tetes Tebu Komposisi dari 0,05% - 1% dapat mempengaruhi Setting Time.
6. Pengambilan Suhu Beton dari Variabel Beton Normal tanpa additive, Tetes tebu dan Chemical Additive Retarder (0,05%, 0,4% dan 1%) mengalami kenaikan suhu

dari suhu ruangan rata-rata sebesar $1^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$.

7. Beton normal maupun beton tanpa additive yang menggunakan additive Tetes tebu dan Chemical Additive Retarder mengalami penyusutan tetapi tidak signifikan, dari rata-rata pengukuran pada benda uji susut yang terjadi $\pm$ hanya sebesar 0,1 cm.
8. Penggunaan Tetes Tebu komposisi 0,05 dan 0,4 % sebagai Bahan Tambah Campuran Beton dapat meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas dan mempengaruhi setting time lebih lama di bandingkan beton normal tanpa additive dan chemical additive retarder.

5.2. Saran

1. Nilai kuat tekan dan tarik belah mengalami peningkatan pada variasi Tetes Tebu Komposisi 0,05% - 0,4% dari penggunaan semen dibandingkan dengan beton normal, sehingga penelitian selanjutnya perlu diteliti lebih lanjut tentang penggunaan variasi penambahan tetes tebu dengan rentang persentase Komposisi dari 0% - 0,4% untuk mendapatkan persentase yang optimal terhadap kekuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Djaja Mungok, Chrisna, 2003. *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang I*, Pontianak: Fakultas Teknik Untan. .
- Santoso, Agus, 2012, “**Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Penganti Set-Retarder dan Water Reducer Untuk Bahan Tambah Beton**”, Universitas Negri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Surabaya: Penerbit Andi.
- SNI-03-1972-1990, *Metode Pengujian Slump Beton*, 1990
- SNI 03-4807-1998, *Metode Pengujian untuk Menentukan Suhu Beton Segar*, 1998
- SNI 03-2834-2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, 2002
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pencampuran Beton*, 2002
- SNI 03-2941-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, 2002
- SNI 03-6827-2002, *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil*, 2002
- SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*, 2004
- 2002. *Pedoman Pelaksanaan Pratikum Beton*. Pontianak: Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Sipil UNTAN Pontianak.
- <http://suriatiabdmuin.blogspot.co.id/2013/06/korelasi-antara-porositas-terhadap-kuat.html>