

**PENGARUH PENAMBAHAN GULA PASIR TERHADAP WAKTU
PENGKERASAN AWAL (*INITIAL SETTING*) DAN KEKUATAN BETON K-250****Amelia Rajela*, Eswahyudi******Dosen Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA Palembang****Mahasiswa Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA Palembang**E-mail: ameliarajela@iba.ac.id***ABSTRAK**

Retarder adalah bahan tambahan yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Sehingga beton tidak cepat mengeras (*Setting Time*), dimana retarder berfungsi menunda proses pengikatan semen dengan membentuk lapisan tipis pada partikel semen sehingga memperlambat reaksi semen dengan air. Retarder biasa ditambahkan pada beton pada kondisi dimana jarak antara tempat pengadukan beton dengan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga diperlukan waktu pengerasan beton yang lama, maka dalam penelitian ini digunakan campuran berbasis gula pasir yang di coba dengan variasi persentase 0,1%, 0,2%, dan 0,3% dari berat semen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan tambah larutan gula pasir terhadap waktu ikatbeton dan kekuatan beton. Dari penelitian yang dilakukan waktu ikat semen maksimum terdapat pada persentase gula 0,3% yaitu sebesar 5,5 jam (175%) dari beton normal, dan hasil pengujian kuat tekan rata-rata maksimum terdapat pada campuran gula 0,3% yaitu sebesar 263,11 Kg/cm² atau naik sebesar 6,86% dari nilai beton normal yang diambil pada umur beton 28 hari.

Kata kunci: Beton Normal, Gula Pasir, Waktu Pengerasan , Kuat Tekan Beton

1. PENDAHULUAN

Beton adalah campuran beberapa material seperti semen, pasir, split dan air menjadi beton yang diproduksi di suatu tempat yang disebut batching plant sesuai dengan komposisi *mix design*, hal tersebut menciptakan komposisi adukan yang tepat dan berkualitas, selanjutnya campuran adukan tersebut dapat di implementasikan di lokasi proyek. Namun disamping itu terdapat kendala pada waktu pengiriman beton dengan menggunakan *truck mixer* untuk dapat tiba dilokasi pengecoran tepat waktu, dan juga waktu tunggu antrian yang terjadi pada saat dilokasi pengecoran, maka dari itu perlu di pikirkan solusi agar beton tidak cepat mengeras sampai selesai pengecoran. Pelaksanaan untuk mengatasi hal tersebut diperlukan bahan campuran (*aditive*) yang memperlambat waktu pengerasan (*retarder*). Dan juga untuk mengetahui efek yang ditimbulkan terhadap kekuatan mutu beton K-250.

Retarder adalah bahan tambahan yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Sehingga beton tidak cepat mengeras (*Setting time*). Retarder menunda proses pengikatan semen dengan membentuk lapisan tipis pada partikel semen sehingga memperlambat reaksi dengan air. Retarder biasa ditambahkan pada beton pada kondisi dimana jarak antara tempat pengadukan beton dengan tempat penuangan adukan cukup jauh, atau dengan kata lain biasanya diperlukan untuk beton yang tidak dibuat dilokasi penuangan beton. Proses pengikatan campuran beton normal sekitar 1 jam. Apabila sejak beton normal dicampur sampai penuangan memerlukan waktu lebih dari 1 jam, maka perlu ditambahkan zat kimia ini. Zat tambahan ini diantaranya berupa gula, sucrose, sodium gluconate, glucose, citric acid, dan tartaric acid. Pengaruh waktu pengerasan awal (*initial Setting*) dan kekuatan mutu beton K-250 dengan menggunakan bahan tambahan gula pasir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Retarder campuran beton berfungsi untuk memperlambat pengerasan beton dan untuk menghambat kenaikan temperatur (Crosswell, 2007). Bahan tambah ini terdiri dari berbagai jenis asam dan gula atau turunan-turunan dari gula.

Retarding admixture sangat berguna untuk penuangan beton dalam jumlah yang besar dimana kenaikan temperatur yang signifikan mungkin terjadi. Bahan tambah ini dapat memperpanjang waktu plastisitas dari beton, memungkinkan pengadukan atau daya lekat yang lebih baik pada penuangan beton yang dilakukan berulang-ulang.

Pada penelitian ini penulis membuat variasi zat aditif yang sedikit berbeda dengan menggunakan gula pasir merk gulaku. Dengan asumsi besar butir gula tidak mempengaruhi hasil data, karena sebelumnya gula telah dilarutkan dalam air terlebih dahulu.

Penelitian-Penelitian Terdahulu Retarder (Pemerlambat)

Retarder digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton saat cuaca panas atau pada keadaan perlu penundaan penempatan beton. *Retarder* kimiawi *ligno-sulphonates* dengan kandungan gula yang tinggi dan dapat menimbulkan akibat sampingan perlambatan yang berlebihan (*excessive retardation*) bila *over* dosis. Retarder tidak mengakibatkan penurunan kekuatan beton bahkan kekuatannya menjadi sedikit meningkat. (Crosswell,2007).

Metode Desain Campuran Beton

a. Penentuan Proporsi Bahan (Mix Design)

Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain: 1. Metode *American Concrete Institute*, 2. *Portland Cement Association*, 3. *Road Note No.4*, 4. *British Standard Departement of Engineering* 5. Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) dan 6. Cara coba-coba.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode desain campuran menurut Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03).

b. Metode Pencampuran (*Mixing*).

Pengerjaan ini diindikasikan melalui slump test: Semakin tinggi nilai slump, semakin mudah untuk dikerjakan. Namun demikian nilai dari slump ini harus dibatasi. Nilai slump yang terlalu tinggi akan membuat beton kropos setelah mengeras, karena air yang terjebak di dalamnya menguap.

c. Pengecoran (*Placing*)

d. Pemadatan

Langkah Rancangan Proporsi Campuran Beton

Langkah desain menurut Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) sebagai berikut:

1. Menetapkan kuat tekan beton yang diisyaratkan

Dalam penelitian ini penulis menetapkan kuat tekan beton yang diisyaratkan adalah K-225.

Tabel 2.1 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Umur.

Umur Beton	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

(Sumber:PBI 1971 N.I.-2)

Tabel 2.2 Perbandingan kuat tekan beton dari berbagai benda uji

Benda Uji (cm)	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder Ø15 x 30 cm	0,83

(Sumber:PBI 1971 N.I.-2)

- Menetapkan nilai deviasi standar
Rumusan untuk mendapatkan nilai deviasi standar adalah (Risdiyanto, Yudi.(2013):

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

Tabel 2.3 Nilai Deviasi Standar

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (Mpa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m3)	4,5 < ds ≤ 5,5	5,5 < ds ≤ 6,5	6,5 < ds ≤ 8,5
Sedang (1000 – 3000 m3)	3,5 < ds ≤ 4,5	4,5 < ds ≤ 5,5	5,5 < ds ≤ 7,5
Besar (> 3000 m3)	2,5 < ds ≤ 3,5	3,5 < ds ≤ 4,5	4,5 < ds ≤ 6,5

(Sumber:PBI 1971 N.I.-2)

- Nilai Tambah (Margin)
 $M = 1,64 \times Sr$
- Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan
Dihitung melalui rumus:
 $f'_{cr} = f'_c + M$
 $f_{cr} = f'_c + 1,64 Sr$
- Jenis Semen
Jenis semen ditetapkan tipe 1
- Jenis Agregat
 - Jenis Agregat halus (pasir) alami = (pasir kali)
 - Jenis Agregat kasar berupa batu pecah (Split)
- Faktor Air semen

Tabel 2.4 Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				
		Pada umur hari				Bentuk
		3	7	28	91	Bentuk uji
Semen portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II, IV	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen portland tipe III.	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah		40	53	60	

(Sumber: Tabel 2, SK SNI T-15-1990-03:06)

- Faktor air semen maksimum
- Slump
Dalam penelitian ini slump yang ditetapkan sebesar 60 – 100 mm.

Tabel 2.5 Ukuran slump yang dianjurkan.

No	Elemen Struktur	Slump maks (cm)	Slump min (cm)
1	Plat pondasi, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah.	9,0	2,5
3	Plat (Lantai, balok, kolom dan dinding)	15,0	7,5
4	Jalan beton bertulang	7,5	5,0
5	Pembetonan massal	7,5	2,5

(Sumber:PBI 1971 N.I.-2)

10. Ukuran Agregat Maksimum

Besar butir agregat maksimum dapat dilihat pada tabel pengisian data analisa saringan agregat kasar pada kolom No saringan dimana jumlah berat tertahan memiliki nilai yang terbesar.

11. Kadar air bebas

Kadar air bebas ditetapkan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air Bebas} = 2/3 W_h + 1/3 W_k$$

12. Jumlah semen

Jumlah Semen = Kadar air bebas / faktor air semen

13. Jumlah semen maksimum

Jumlah semen maksimum = Kadar air bebas/ faktor air semen maksimum

14. Jumlah semen minimum

15. Persentase Agregat Halus

Dapat dilihat pada grafik gradasi yang dibuat dengan sumber data analisa saringan pada agregat kasar dan agregat halus.

16. Berat jenis relatif agregat

Berat jenis agregat gabungan dihitung melalui rumus sebagai berikut:

$$BJ \text{ gabungan} = (\% \text{ agregat halus} \times BJ \text{ agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times BJ \text{ agregat kasar})$$

17. Berat jenis beton

18. Kadar Agregat Gabungan

Kadar agregat gabungan = Berat jenis beton- (Jumlah semen + kadar air bebas)

19. Kadar Agregat Halus

Kadar agregat halus = Persen agregat halus x Kadar agregat gabungan

20. Kadar Agregat Kasar

Kadar agregat kasar = Persen agregat kasar x Kadar agregat gabungan

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat benda uji untuk kuat tekan serta pengaruh waktu pengerasan awal (*initial setting*) yang kemudian hasilnya dianalisa untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti

meliputi pengaruh waktu pengerasan awal (*setting time*) dan kekuatan mutu beton K-250 dengan menggunakan bahan tambahan gula pasir.

Adapun komposisi benda uji untuk beton normal dan variasi campuran gula adalah sebagai berikut:

1. Semen + Pasir + Koral + Air (Beton Normal)
2. Semen + Pasir + Koral + Air + Gula 0,1 % dari berat semen (CMP 0,1).
3. Semen + Pasir + Koral + Air + Gula 0,2 % dari berat semen (CMP 0,2).
4. Semen + Pasir + Koral + Air + Gula 0,3 % dari berat semen (CMP 0,3).

Beberapa pengujian yang penting dilakukan terhadap agregat halus dan kasar adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kotoran organik
2. Pengujian berat isi agregat kasar dan halus
3. Pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus
4. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan halus
5. Pengujian kadar air

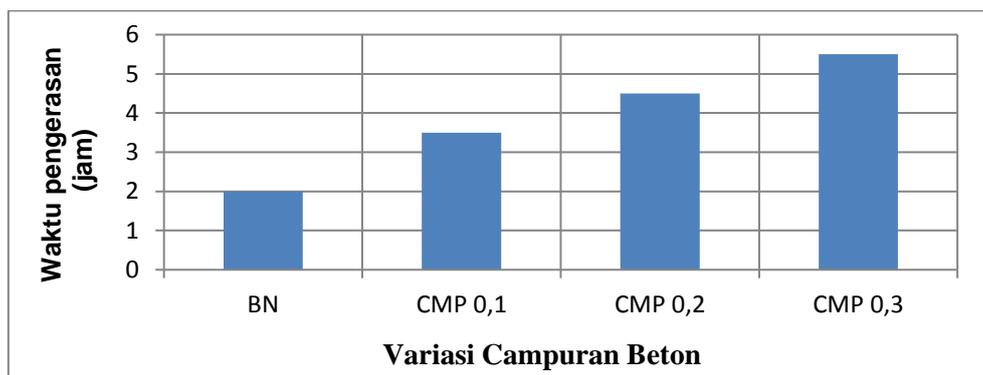
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Waktu Ikat Semen (*Initial Setting Time*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan atau penurunan waktu pengikatan semen. Berbanding antara adukan normal dan campuran gula CMP 0,1, CMP 0,2 dan CMP 0,3 dalam satuan persen dimana nilai untuk beton normal dianggap 100%.

Tabel 4.1 Persentase hasil pengujian waktu ikat semen (*Initial Setting Time*) K-250 antara beton dengan campuran gula berbanding dengan beton normal.

No	Jenis Benda Uji	Waktu Pengerasan (Jam)	Persentase Peningkatan Waktu Pengerasan Awal (%)	
			Peningkatan	Penurunan
1	BN	2	100%	-
2	CMP 0,1	3,5	75%	-
3	CMP 0,2	4,5	125%	-
4	CMP 0,3	5,5	175%	-



Gambar 4.1 Grafik hubungan waktu pengerasan awal (*Initial Setting Time*) untuk variasi campuran gula dan beton normal.

Grafik ini membuktikan bahwa semakin banyak persentase campuran gula pada adukan mortar maka semakin lama waktu pengerasan awalnya (*Setting Time*).

4.2. Kuat Tekan Beton

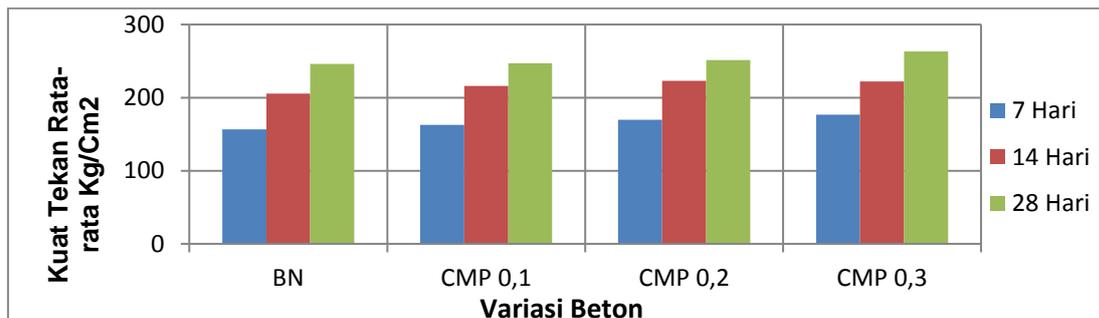
Pengolahan data yang dilakukan guna mengetahui kuat tekan masing-masing benda uji kubus yaitu meliputi:

- Luas penampang benda uji kubus (A) = $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 225 \text{ m}^2$
- Volume benda uji kubus = $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 3375 \text{ cm}^3$
- Berat benda uji kubus = data hasil timbang benda uji (Kg)
- Beban tekan (P) = data hasil kuat tekan (Kg)
- Kuat tekan masing-masing benda uji ($\sigma'b$) = P/A (Kg/cm³)
- Berat isi = berat benda uji kubus / volume benda uji kubus (Kg/m³)

Dalam penelitian ini penulis menetapkan kuat tekan beton karakteristik rencana pada umur beton 28 hari adalah 250 kg/cm².

Tabel 4.2 Perbandingan persentase nilai kuat tekan rata-rata beton campuran berbanding dengan beton normal pada umur 28 hari.

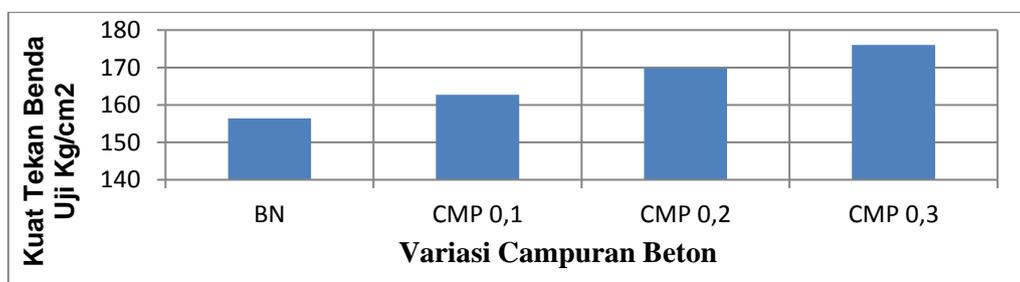
Jenis Benda Uji	W/C	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm ²)	Persentase Nilai Kuat Tekan (%)	
			Peningkatan	Penurunan
BN	0,6	246,22	-	-
CMP 0,1	0,6	247,11	0,36 %	-
CMP 0,2	0,6	251,56	2,16 %	-
CMP 0,3	0,6	263,11	6,86 %	-



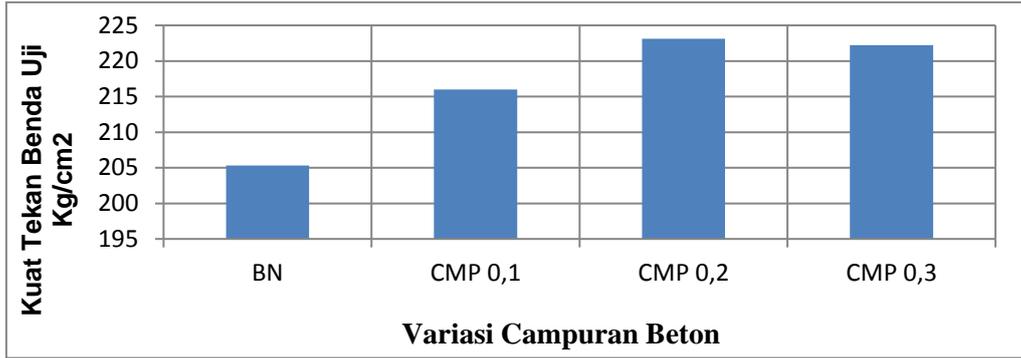
Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat tekan rata-rata umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Berdasarkan grafik diatas kuat tekan rata-rata yang ditargetkan pada umur 28 hari yaitu 250 Kg/cm², untuk beton normal tidak tercapai yaitu 246,22 Kg/cm², tetapi pada umur 28 hari untuk campuran beton yang menggunakan variasi CMP 0,1 = 247,11 Kg/cm², CMP 0,2 = 250,67 Kg/cm², dan CMP 0,3 = 263,11 Kg/cm².

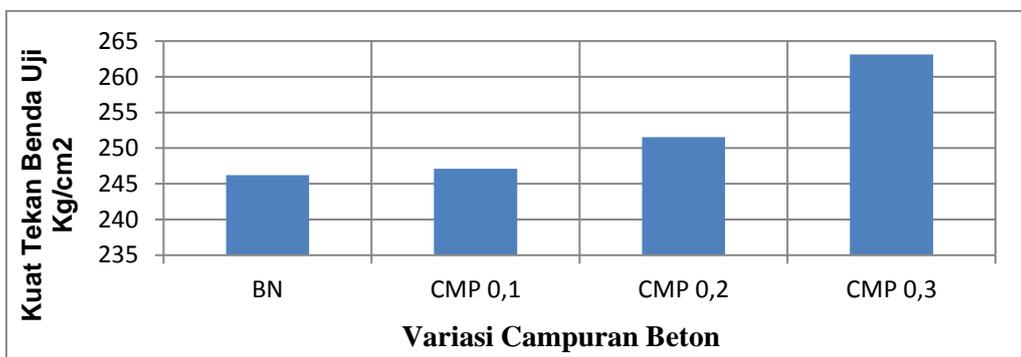
A. Persentase Nilai Kuat Tekan Rata-rata Berbanding dengan Beton Normal



Gambar 4.3 Grafik perbandingan persentase nilai kuat tekan rata-rata beton campuran berbanding dengan beton normal pada umur 7 hari.



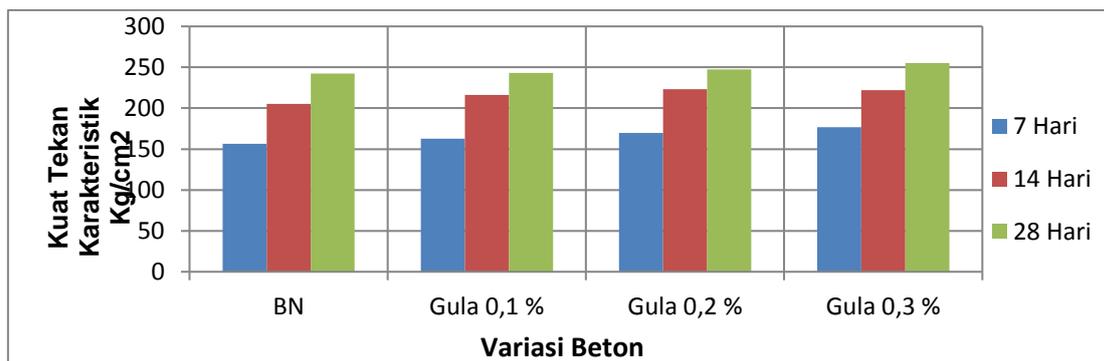
Gambar 4.4 Grafik perbandingan persentase nilai kuat tekan rata-rata beton campuran berbanding dengan beton normal pada umur 14 hari.



Gambar 4.5 Grafik perbandingan persentase nilai kuat tekan rata-rata beton campuran berbanding dengan beton normal pada umur 28 hari.

Diketahui bahwa nilai kuat tekan beton menggunakan campuran memiliki nilai lebih besar di dibandingkan dengan beton normal, terlihat bahwa untuk CMP 0,1 sebesar 0,36%, CMP 0,2 sebesar 2,16% dan CMP 0,3 sebesar 6,86% pada umur 28 hari.

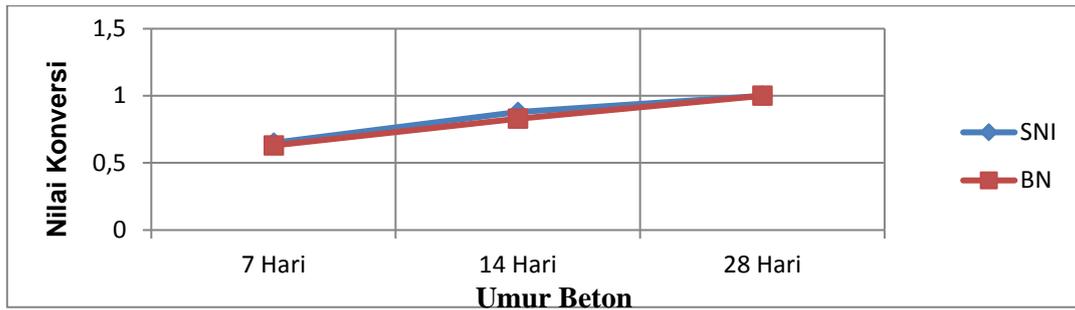
B. Kuat Tekan Beton Karakteristik ($\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64.s$)



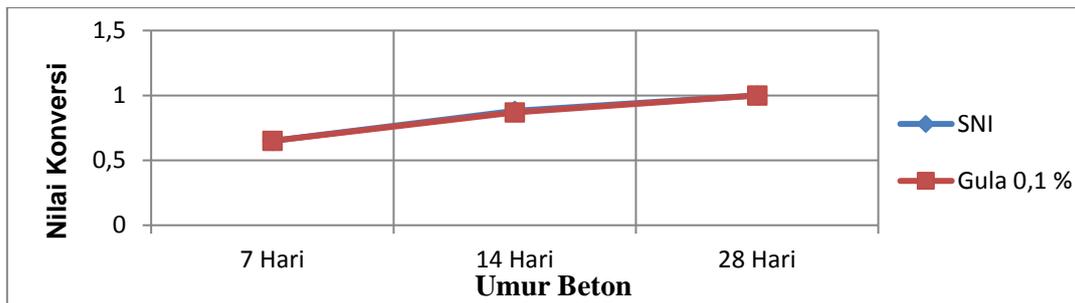
Gambar 4.6 Grafik hubungan kuat tekan karakteristik dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Kuat tekan karakteristik rencana pada umur 28 hari yaitu 250 kg/cm² tercapai pada variasi campuran beton menggunakan CMP 0,3 = 255,13 Kg/cm² sedangkan pada CMP 0,1 dan CMP 0,2 tidak tercapai dengan nilai CMP 0,1 = 243,12 Kg/cm², dan CMP 0,2 = 244,15 Kg/cm².

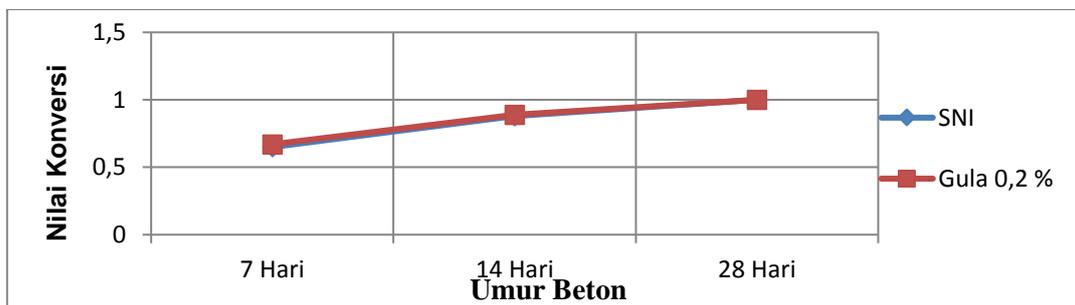
C. Nilai Konversi ($\sigma'_{bk} / 250$)



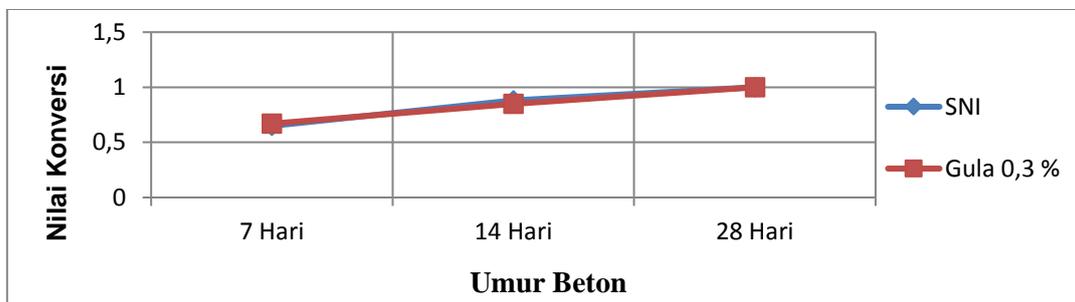
Gambar 4.7 Grafik hubungan nilai konversi SNI dengan beton normal umur 7, 14 dan 28 hari.



Gambar 4.8 Grafik hubungan nilai konversi SNI dengan CMP 0,1 umur 7i, 14 dan 28 hari.



Gambar 4.9 Grafik hubungan nilai konversi SNI dengan CMP 0,2 umur 7, 14 dan 28 hari.

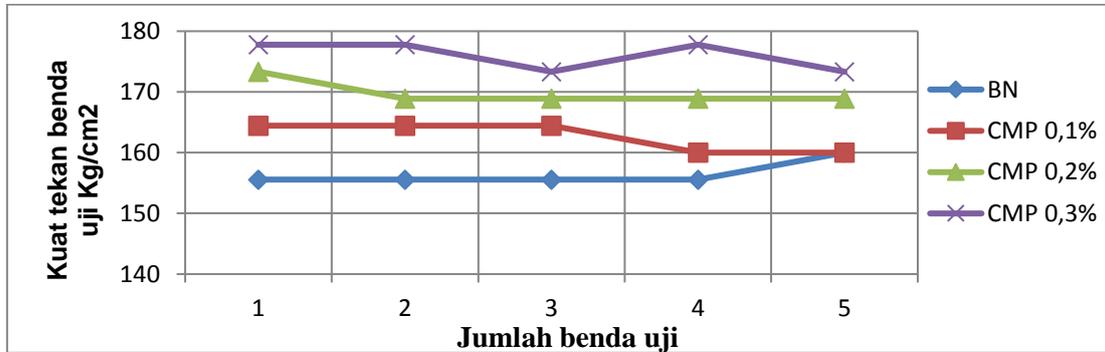


Gambar 4.10 Grafik hubungan nilai konversi SNI dengan CMP 0,3 umur 7, 14 dan 28 hari.

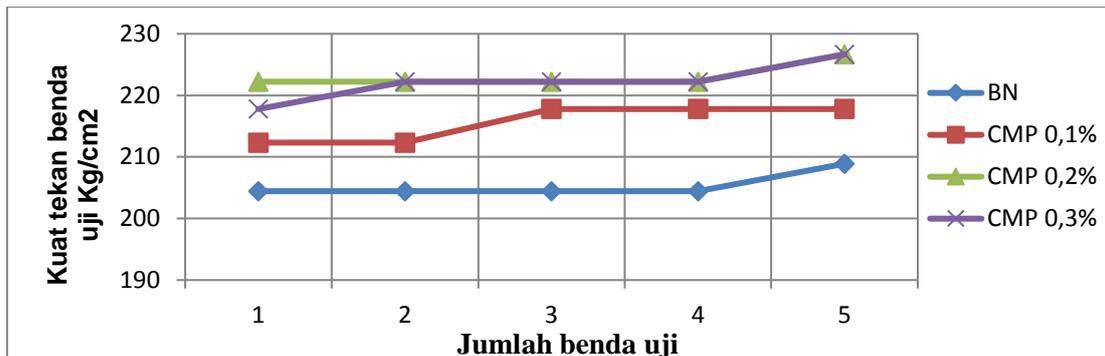
Pada grafik diatas mengenai nilai konversi yang sesuai dengan peraturan beton indonesia di umur 7, 14, dan 28 hari. Terlihat bahwa pada beton normal dan campuran beton yang

menggunakan campuran gula CMP 0,1 tidak ada yang tercapai, untuk campuran gula CMP 0,2 nilai konversi tercapai tetapi di umur 7, 14, dan 28 hari begitu pula dengan campuran gula CMP 0,3 tercapai di umur 7,14 dan 28 hari.

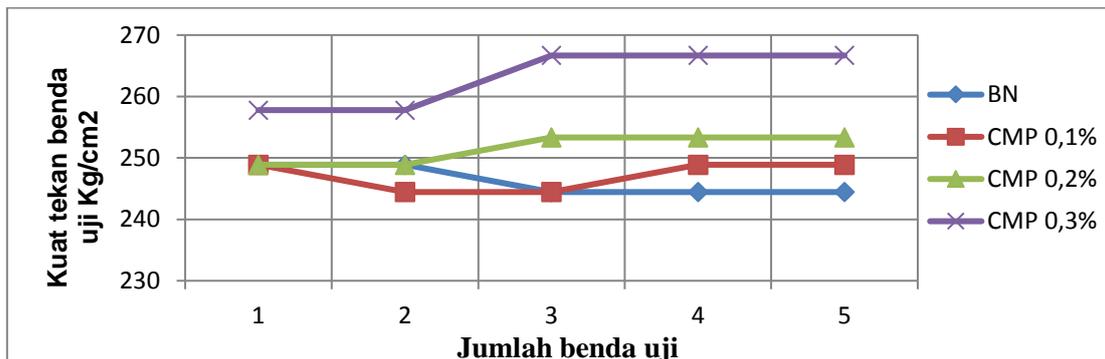
D. Kuat Tekan Beton Masing-masing Benda Uji ($\sigma'b$)



Gambar 4.11 Grafik hubungan kuat tekan dengan jumlah benda uji pada umur 7 hari.



Gambar 4.12 Grafik hubungan kuat tekan dengan jumlah benda uji pada umur 14 hari.



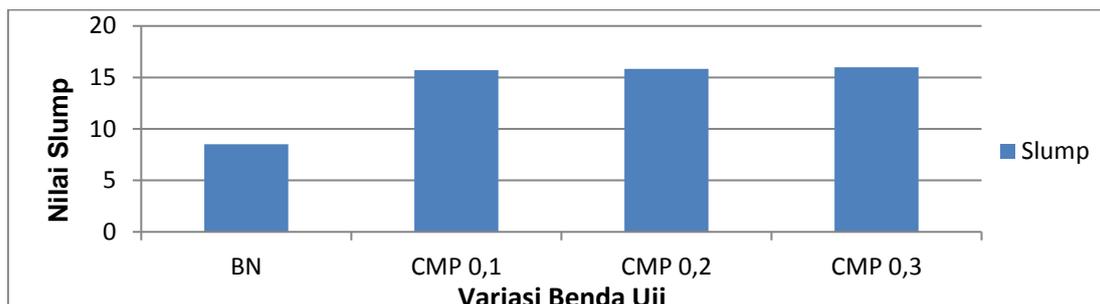
Gambar 4.13 Grafik hubungan kuat tekan dengan jumlah benda uji pada umur 28 hari.

Pada grafik diatas pada masing benda uji di umur 7, 14 dan 28 hari menunjukkan variasi nilai kuat tekan rata-rata pada masing-masing benda uji untuk beton normal dan yang menggunakan campuran gula.

E. Persentase Nilai Slump Berbanding dengan Beton Normal

Tabel 4.3 Perbandingan persentase nilai slump benda uji berbanding dengan beton normal masing-masing benda uji campuran.

Jenis Benda Uji	W/C	Slump (cm)	Persentase Nilai Slump (%)	
			Peningkatan	Penurunan
BN	0,6	8,50	-	-
CMP 0,1	0,6	15,70	84,70	-
CMP 0,2	0,6	15,83	86,23	-
CMP 0,3	0,6	16,00	88,23	-



Gambar 4.14 Grafik hubungan nilai slump dengan variasi benda uji.

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa persentase nilai slump untuk beton yang menggunakan campuran memiliki nilai lebih besar di bandingkan dengan beton normal (BN), terlihat bahwa untuk CMP 0,1 sebesar 84,70%, CMP 0,2 sebesar 86,23% dan CMP 0,3 sebesar 88,23%.

5. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian ini diketahui waktu ikat semen (*initial setting time*) yaitu 2 jam untuk beton normal (BN), 3,5 jam untuk CMP 0,1 naik sebesar 75% dari BN, lalu 4,5 jam untuk CMP 0,2 naik sebesar 125% dari BN dan 5,5 jam untuk CMP 0,3 naik sebesar 175% dari BN, dan yang paling lama adalah pada variasi CMP 0,3. Dari hasil uji waktu ikat semen membuktikan bahwa semakin banyak campuran gula maka semakin lama waktu ikat semennya (*initial setting time*).
2. Kuat tekan beton rata-rata untuk umur 28 hari tercapai hanya pada campuran beton yang menggunakan variasi CMP 0,2 yaitu 251,56 Kg/cm² naik sebesar 2,16% dari beton normal (BN), dan CMP 0,3 yaitu 263,11 Kg/cm² naik sebesar 6,86% dari beton normal (BN), sedangkan pada campuran lainnya tidak tercapai yaitu pada beton normal (BN)=246,22 Kg/cm² dan CMP 0,1 = 247,11 Kg/cm² naik sebesar 0,36% dari beton normal (BN).
3. Kesimpulan akhir yang di dapat adalah waktu ikat semen maksimum terdapat pada persentase gula 0,3% yaitu sebesar 5,5 jam (175%) dan kenaikan kuat tekan rata-rata maksimum terdapat pada campuran gula 0,3% yaitu sebesar 263,11 Kg/cm² (6,86%) dari beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

SNI-03-2834-1993."Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Pustran, Balitbang, Departemen Pekerjaan Umum.

Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik universitas Andalas Padang.(2004).*Diktat penuntun praktikum teknologi bahan konstruksi*
Mulyono, Tri.(2003).*Teknologi Beton*. Yogyakarta:Andi.

Putranto, Y.D.(2011)."*Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula 0,03% Dari Berat Semen Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang*". Skripsi, Universitas Sebelas Maret,Surakarta.