

# PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTISIZER TERHADAP CAMPURAN BETON RINGAN YANG MENGGUNAKAN STYROFOAM

Oleh:

**Kusnadi, Dewi Sulistyorini**

Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Khairun Ternate

## ABSTRACT

*The risk of failure of structures effect of earthquake be high due to the heavy volume of concrete has a fairly high ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ). Advances in technology and the impact of the economic crisis encourage construction of infrastructure use concrete masonry units under  $1900 \text{ kg/m}^3$  in weight. The use of lightweight concrete is the filler material styrofoam intend at non structural components like wall. One of the problem of making lightweight concrete using styrofoam is the low value of slump, so that the mix becomes difficult (low workability). It is therefore necessary to add material superplasticizer This research used 20 cylinder test samples. The composition of the mixture consists of sand, cement and grain of styrofoam. The styrofoam in concrete is 20% in volume. The Sample variation consists of light weight concrete using styrofoam without superplasticizer is four cylinder, with added superplasticizer four cylinder were 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2%, respectively in weight of cement. The results showed the addition of superplasticizer 0.5%, 1%, 1.5% and 2% of the cement weight increases the value of slump were 100%, 183%, 216% and 507% respectively. The addition of superplasticizer 0.5%, 1%, 1.5% and 2% of the cement weight increase ceompression strength were 8.48% 4.25%, 12.67% and 17.37% respectively. The addition of superplasticizer will increases the slump for the same water content in fresh concrete, so can increase the compressive strength of concrete cylinder.*

*Keyword : beton styrofoam, workabilitas, superplasticizer*

## LATAR BELAKANG

Wilayah Indonesia yang merupakan daerah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi, kebanyakan infrastruktur sipilnya seperti jembatan, gedung, bendungan, jalan raya, terbuat dari beton. Resiko kegagalan struktur akibat gempa bumi menjadi tinggi karena beton merupakan material struktur dengan berat volume yang cukup tinggi (rata-rata  $2400 \text{ kg/m}^3$ ). Beton adalah material baru yang dibentuk dari material alam yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan semen.

Permasalahan lingkungan sekarang menjadi sorotan dunia, tak terkecuali dalam bidang konstruksi sehingga timbul sebuah pemikiran untuk membuat material konstruksi berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan limbah atau sampah menjadi bahan tambah atau pengisi konstruksi beton. Salah satu jenis sampah yang banyak dijumpai adalah styrofoam atau yang lebih dikenal dengan gabus putih sebagai bahan pembungkus barang-barang elektronik. Styrofoam merupakan turunan plastik dengan karakteristik ringan dan rapuh namun jika telah menjadi sampah susah terurai di alam. Butiran styrofoam yang dipergunakan sebagai bahan pengisi beton dapat mengurangi berat dan volume beton serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Kemajuan teknologi dan dampak krisis ekonomi mendorong pembangunan infrastruktur menggunakan material ringan tetapi secara keseluruhan tidak berdampak pada peningkatan biaya. Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat satuan dibawah  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Penggunaan beton ringan yang menggunakan bahan pengisi styrofoam ditujukan pada komponen non struktural seperti dinding. Berat total bangunan akan lebih kecil dengan penggunaan material ringan sehingga dimensi komponen pendukung dan pondasi dapat dikurangi.

Salah satu kendala dalam pembuatan beton ringan yang menggunakan styrofoam adalah rendahnya nilai keenceran (*slump*) campuran beton segar sehingga proses pengerjaan beton menjadi sulit (*workabilitas* rendah). Penambahan air pada campuran beton segar untuk meningkatkan *workabilitasnya* akan memperbesar factor air semen yang berdampak pada penurunan kekuatan beton ringan. Oleh karena itu diperlukan bahan tambah untuk meningkatkan *workabilitas* beton ringan dengan menggunakan *superplastisizer*.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah superplastisizer yang ditambahkan pada campuran beton ringan yang menggunakan styrofoam meningkatkan *workabilitas*?
2. Apakah superplastisizer yang ditambahkan pada campuran beton ringan yang menggunakan styrofoam mempengaruhi kekuatan beton?

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengevaluasi pengaruh penambahan superplastisizer pada campuran beton ringan terhadap *workabilitas*.
2. Mengevaluasi pengaruh penambahan superplastisizer pada campuran beton ringan yang menggunakan styrofoam terhadap kekuatan beton.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beton Ringan

Beton adalah material baru yang dibentuk dari campuran agregat, semen dan air melalui sebuah proses hidrasi. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton normal pada umumnya memiliki berat jenis sekitar  $2300 \text{ kg/m}^3$  dan dikategorikan sebagai beton ringan jika berat jenisnya kurang dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ .

Pembuatan beton ringan pada prinsipnya adalah membuat rongga udara di dalam beton. Semakin banyak rongga udara dalam beton semakin ringan beton yang dihasilkan. Ada tiga macam cara membuat rongga udara dalam beton, yaitu :

- a. Yang paling sederhana yaitu dengan memberikan agregat ringan. Agregat itu bisa berupa batu apung, styrofoam, batu alwa, atau abu terbang (*fly ash*) yang dijadikan batu.
- b. Menghilangkan agregat halus (agregat halusnya disaring, contohnya debu/abu terbangnya dibersihkan).
- c. Meniupkan atau mengisi udara di dalam beton. Cara ketiga ini terbagi lagi menjadi secara mekanis dan secara kimiawi. Bahan campuran antara lain pasir kwarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan dicampur aluminium pasta sebagai bahan pengembang secara kimiawi.

Secara umum kandungan udara mempengaruhi kekuatan beton. Kekuatan beton berkurang 5.5 % dari kuat desak setiap pemasukan udara 1% dari volume campuran. Beton dengan bahan pengisi udara mempunyai kekuatan 10 % lebih kecil daripada beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama (Murdock & Book, 1999). Pada beton dengan kekuatan menengah dan tinggi, tiap 1 % peningkatan kandungan udara akan mengurangi kekuatan tekan beton sekitar 5 % tanpa perubahan air semen. (Mehta, 1986).

### **Beton Styrofoam**

Styrofoam atau *foam polysterene* adalah bahan yang dibentuk dari *polysterene* dengan cara menghembuskan udara pada *polysterene* dalam kondisi panas sehingga menghasilkan foam dengan kandungan udara mencapai 95 % sehingga berat satuan styrofoam cukup rendah berkisar antara 15 – 22 Kg/m<sup>3</sup>. Beton styrofoam merupakan salah satu beton ringan yang dibentuk dengan menggunakan material ringan berupa butiran styrofoam. beton styrofoam dapat dibentuk dari campuran semen, agregat halus dan butiran styrofoam atau semen, agregat halus, agregat kasar dan butiran styrofoam. Styrofoam yang ditambahkan ke dalam campuran beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Keuntungan penggunaan styrofoam sebagai pembentuk styrofoam dibandingkan pemasukan udara dalam beton adalah styrofoam memiliki kekuatan tarik dan jumlahnya dapat dikontrol (Satyarno, 2004).

### **Workabilitas Beton**

Workabilitas merupakan tingkat kemudahan beton segar untuk dikerjakan tanpa mengalami kerusakan seperti segregasi, keropos dan bleeding. Semakin mudah beton dikerjakan maka nilai workabilitasnya semakin tinggi. Workabilitas biasanya ditentukan oleh nilai slump beton segar. Nilai slump ditentukan berdasarkan pengujian kerucut terpancung diameter bawah 20 cm diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Untuk beton dengan kriteria dapat memadatkan diri sendiri (SCC) maka workabilitasnya harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. *Filling ability*
- b. *Passing ability*
- c. *Segregation resistance*

*Filling ability*, adalah kemampuan beton untuk mengalir dan mengisi keseluruhan bagian cetakan melalui berat sendirinya.

*Passing ability*, adalah kemampuan beton untuk mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi adanya segregasi atau blocking.

*Segregation resistance*, adalah kemampuan beton untuk menjaga tetap dalam keadaan komposisi yang homogen selama waktu transportasi sampai pada saat pengecoran.

### **Kekuatan Beton**

Sifat-sifat utama beton yang berhubungan dengan kepentingan praktisnya adalah mengenai kekuatan, karakteristik, tegangan-regangan, penyusutan dan

deformasi, respon terhadap suhu, daya serap air dan ketahanannya. Diantara sifat-sifat beton yang paling mendapat perhatian adalah kekuatan beton, karena hal tersebut yang merupakan gambaran secara umum mengenai kualitas beton. Kekuatan atau sifat-sifat beton keras dapat dikemukakan sebagai berikut:

### Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas beton hingga beton tersebut hancur. Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Walaupun dalam beton tegangan tarik yang kecil, dianggap bahwa semua tegangan tekan dipikul oleh beton, (Gambar 2.1).

Dapat ditulis dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

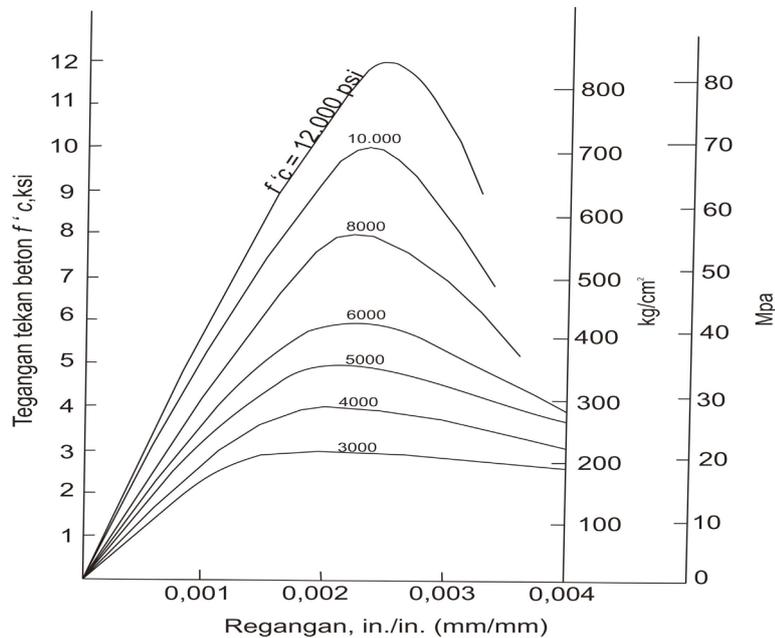
dimana :

$\sigma$  = Kuat tekan beton ( $N/mm^2$ )

$P$  = Beban maksimum ( $N$ )

$A$  = Luas penampang yang menerima beban ( $mm^2$ )

Dalam penelitian ini, kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum  $f'_c$  dengan satuan  $N/mm^2$  atau  $Mpa$ . Yang dimaksudkan dengan tegangan  $f'_c$  yang menjadi parameter kuat tekan beton adalah tegangan maksimum pada saat regangan beton ( $\epsilon_b$ ) mencapai 0,002.



Gambar 1. Grafik hubungan tegangan-regangan beton.  
(Sumber Dr. Edward G. Nawy, P.E. 1998)

### Kuat Tarik

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10-15% dari kekuatan tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil bahwa pada kenyataannya beton dipenuhi retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekan, lain halnya bila beton menerima beban tarik. Meskipun kuat tarik beton diabaikan dalam perhitungan struktur, kuat tarik mengurangi jumlah retakan dan lendutan.

Nilai kuat tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus, cukup sulit untuk mengukur kuat tarik beton dengan beban-beban tarik aksial langsung. Sehingga untuk mengetahui kuat tarik beton dalam pengujian hanya dapat diukur dengan metode uji keruntuhan (*modulus of rupture*) dan metode uji belah silinder.

Kuat tarik beton pada saat mengalami lentur sangat penting ketika menganalisa retak dan lendutan pada balok. Kuat tarik beton yang diperoleh dari uji modulus keruntuhan (*modulus of rupture*) dilakukan dengan memberikan beban terpusat pada sebuah balok beton persegi tanpa tulangan. Beban ini terus ditingkatkan sampai keruntuhan terjadi akibat retak pada bagian balok yang mengalami tarik. Untuk menentukan Modulus keruntuhan (*modulus of rupture*) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_r = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$f_r$  = Modulus keruntuhan ( $N/mm^2$ )

$M$  = Momen maksimum ( $N\ mm$ )

$I$  = Momen Inersia ( $mm^4$ )

$c$  = Jarak tepi terluar terhadap garis netral ( $mm$ )

Kuat tarik beton yang diperoleh dengan uji pembelahan silinder dilakukan dengan memberikan beban tekan secara merata diseluruh bagian panjang dari silinder hingga terbelah dua dari ujung ke ujung. Kuat tarik dengan uji belah silinder dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_r = \frac{Mc}{I} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

$f_r$  = Kuat tarik belah ( $N/mm^2$ )

$P$  = Beban pada waktu belah ( $N$ )

$L$  = Panjang benda uji silinder ( $mm$ )

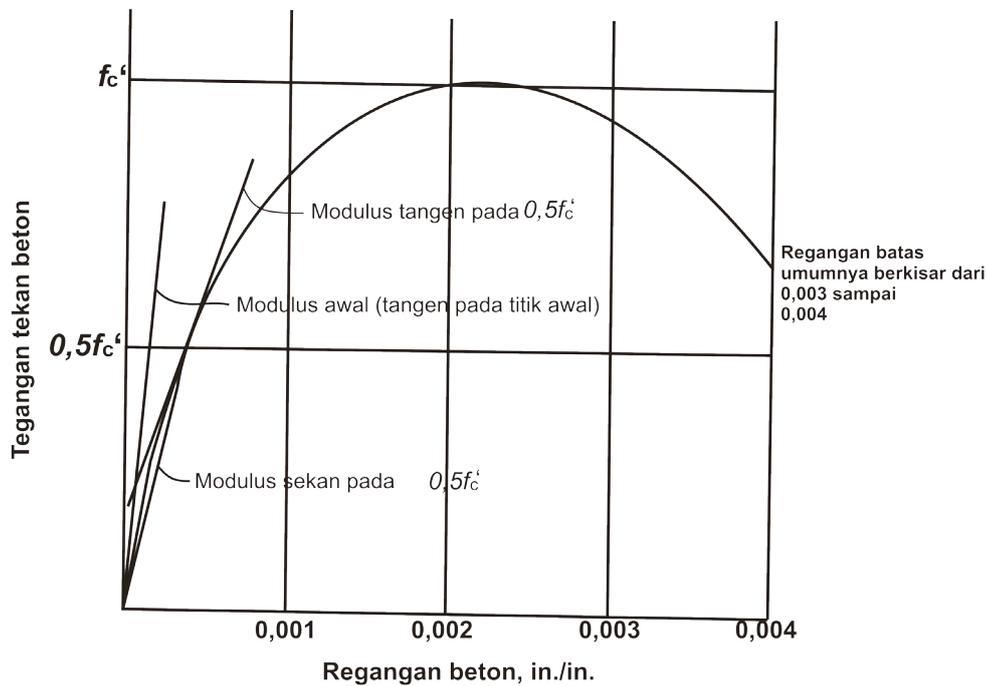
$D$  = Diameter benda uji silinder ( $mm$ )

Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan 0,05 – 0,60 kali , sehingga untuk beton normal digunakan 0,57 (Nawy 1998:43).

### Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara besarnya tegangan pada satu satuan regangan. Modulus elastisitas beton tidak pasti dan nilainya tergantung pada kekuatan beton, umur beton, jenis pembebanan, dan karakteristik serta perbandingan antara semen dan agregat.

Dari beberapa kurva tegangan-regangan pada kuat tekan beton yang berbeda terlihat bahwa secara garis besar bahwa kuat tekan maksimum tercapai pada saat nilai regangan mencapai  $\pm 0,002$ . Selanjutnya nilai tegangan  $f'_c$  akan mengalami penurunan dengan bertambahnya nilai regangan sampai pada benda uji hancur pada nilai regangan 0,003 – 0,005, (Gambar 2)



Gambar 2. Modulus tangen awal dan Modulus elastisitas  
(Sumber Dr. Edward G. Nawy, P.E. 1998)

Modulus elastisitas dapat ditentukan berdasarkan pengujian dengan standar ASTM C 469 maupun berdasarkan kemiringan kurva tegangan-regangan beton SK. SNI 03-2847-2002 Pasal 12.2.3 menetapkan nilai regangan kerja maksimum beton sebesar 0,003 sebagai batas hancur. Standar Nasional Indonesia menetapkan rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai berikut:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{MPa}) \dots \dots \dots (4)$$

$$E_c = 0,043 W_c^{1,5} \sqrt{f'_c} \quad (\text{MPa}) \dots \dots \dots (5)$$

wc adalah berat satuan beton dalam kg/m<sup>3</sup>

Rumus tersebut untuk beton dengan berat isi berkisar antara 1500 kg/m<sup>3</sup> - 2500 kg/cm<sup>3</sup>. Untuk beton kepadatan normal dengan berat isi 23 kN/m<sup>3</sup> dapat digunakan nilai.

### Bahan Tambah Superplasticizer

Penggunaan *superplasticizer* untuk menaikkan workability campuran beton dan mempengaruhi slump, bleeding, *air content* dan kekuatan beton. Jenis

Superplasticizer berdasarkan bahan dasarnya antara lain : *Nephtaline, Melamine, Polycarboxylate*.

Secara umum penggunaan superplasticizer dari jenis Neptaline akan menghasilkan penurunan kandungan udara dan menaikkan bleeding dan kekuatan, hal tersebut dapat tercapai jika air dalam campuran beton dikurangi. Sedangkan jenis melamine sangat sedikit pengaruhnya terhadap kandungan udara, kekuatan beton, dan menghasilkan pengurangan bleeding.

*Superplasticizer* yang diproduksi terdapat berbagai macam antara lain : *viscocrete* yang menggunakan bahan dasar *polycarboxylates*. Superplasticizer ini merupakan teknologi baru dari beton aditif menghasilkan beton yang sangat cair, beton tanpa pemadatan (*self compacted*), mutu sangat tinggi dengan pengurangan air hingga 30%.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Metode penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian eksperimental di laboratorium Struktur dan bahan Universitas Khairun, Ternate.

### **Rancangan Benda Uji**

Komposisi campuran terdiri dari pasir, semen dan butiran styrofoam. Benda uji yang dibuat berupa silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm sebanyak 20 buah. Kandungan styrofoam dalam beton ditetapkan sebanyak 20% dari volume beton untuk memastikan berat beton dalam kategori beton ringan (lebih kecil dari 1900 kg/m<sup>3</sup>). Styrofoam yang digunakan adalah limbah dari pembungkus elektronik dan pembungkus buah yang dipotong-potong tidak beraturan dengan ukuran 3 – 10 mm. Berat semen ditentukan sebanyak 300 kg/m<sup>3</sup> dan faktor air semen 0.5.

Variasi sampel terdiri dari beton ringan dengan menggunakan styrofoam tanpa superplastisizer sebanyak 4 buah silinder, beton ringan dengan menggunakan styrofoam dengan bahan tambah superplastisizer 0.5 % dari berat semen/cementitious material sebanyak 4 buah silinder, beton ringan dengan menggunakan styrofoam dengan bahan tambah superplastisizer 1.0 % dari berat semen/cementitious material sebanyak 4 buah silinder, beton ringan dengan menggunakan styrofoam dengan bahan tambah superplastisizer 1.5 % dari berat semen/cementitious material sebanyak 4 buah dan silinder beton ringan dengan menggunakan styrofoam dengan bahan tambah superplastisizer 2 % dari berat semen/cementitious material sebanyak 4 buah silinder.

### **Jenis Pengujian**

Jenis pengujian terdiri dari:

1. Pengujian material pasir.  
Pengujian terdiri dari pengujian berat jenis, berat volume, kekasaran (*finenes moduli*), kadar lumpur.
2. Pengujian berat beton segar dan berat beton kering  
Diadakan pengukuran berat terhadap beton segar sebelum dituang kedalam cetakan dan pengukuran berat beton silinder yang telah kering sebelum pengujian.
3. Pengujian slump

Diadakan pengujian tinggi slump pada beton segar sebelum dituang ke dalam cetakan.

4. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan mesin kompresi beton hidrolik dengan kapasitas 1000 KN.

Semua pengujian di atas menggunakan standar ASTM.

**Analisis Data**

Untuk mengevaluasi pengaruh penambahan superplastisizer pada campuran beton maka data yang harus dikumpulkan adalah data slump, berat satuan, dan kuat tekan. Data data tersebut kemudian diolah dan dibuat dalam tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik kemudian dianalisis.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sifat Bahan Beton Ringan**

1. Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus yaitu pasir kalumata yang telah disaring sehingga ukuran butirnya lebih kecil dari 0.5 mm. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik pasir kalumata, Ternate Selatan

No.	Jenis Pengujian	Sat.	Hasil Pengujian	Spesifikasi SNI
			Pasir	Pasir
1.	Modulus Kehalusan	%	2.57	2,3 - 3,1
2.	Berat Jenis Semu	-	1.965	-
3.	Berat Jenis Kering	-	1.869	-
4.	Berat Jenis Jenuh SSD	-	1.918	1,6 – 3,3
5.	Water Absorption	%	2.6	2
6.	Kadar Air	%	1.70	-
7.	Kadar Lumpur	%	0.8	Max. 5
8.	Kadar Organik	No.	-	< No. 3
9.	Berat Volume Lepas	Kg/ltr	0.972	1,4 – 1,9
10.	Berat Volume Padat	Kg/ltr	1.180	1,4 – 1,9

Hasil pemeriksaan agregat halus menunjukkan bahwa pasir kalumata memiliki pori yang cukup besar yang ditunjukkan oleh tingkat penyerapan air yang cukup tinggi melebihi spesifikasi SNI dan berat volume yang lebih rendah dari spesifikasi yang ditetapkan SNI. Modulus kehalusan, berat jenis, kadar lumpur masih memenuhi standar SNI sehingga material tersebut masih layak digunakan sebagai material beton.

## 2 .Karakteristik Styrofoam

Sifat fisik styrofoam yang diperiksa adalah berat volume. Berat volume dilakukan dalam kondisi padat dan kondisi lepas. Berdasarkan hasil pemeriksaan didapatkan berat volume kondisi padat adalah  $16 \text{ kg/m}^3$  sementara dalam kondisi lepas (butiran) dengan ukuran 3-10 mm adalah  $9.9 \text{ kg/m}^3$ .

## 3. Karakteristik Semen

Semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*) merek Tonasa dengan sifat fisik seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat semen Portland komposit

No	Physical properties	SNI 15-7064-2004	Semen yang dipakai
		Standard	
1.	Kehalusan butir (Blaine meter (m <sup>2</sup> /kg))	280 min	365
2.	Expansion, % (max)	0.8 max	-
3.	Kuat tekan		
	a. 3 hari(kg /cm <sup>2</sup> )	125 min	185
	b. 7 hari (kg /cm <sup>2</sup> )	200 min	263
	c.28 hari (kg /cm <sup>2</sup> )	250 min	410
4.	Waktu ikat(Vicat test) :		
	a. ikatan awal, menit	45 min	120
	b.ikatan akhir, menit	375 max	300
5.	Ikatan semu (menit)	50 min	-
6.	Panas hidrasi 7 hari, cal/g		65
7.	Konsistensi Normal (%)		-
8.	Berat jenis		3,1

Sumber : PT.Semen Tonasa

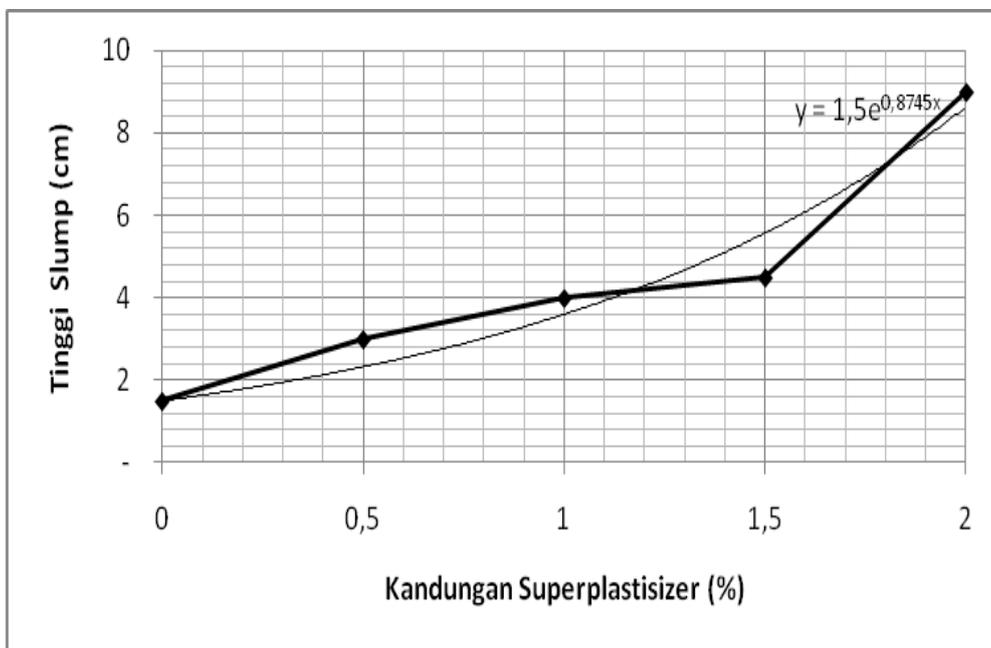
## Pengujian Beton Basah

### 1. Pengujian Nilai Slump

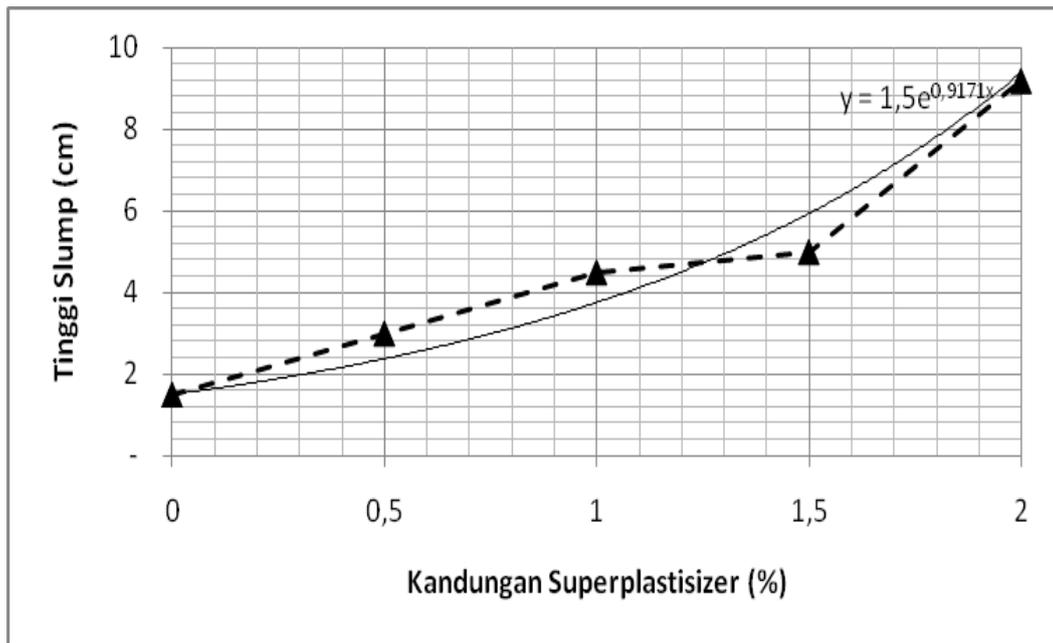
Uji slump merupakan cara untuk mengetahui konsistensi dan kemudahan pengerjaan beton (workability). Nilai slump ditentukan berdasarkan selisih antara tinggi beton dalam kerucut terpancung dan diluar kerucut terpancung. Hasil pemeriksaan nilai slump dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai slump

Benda Uji	Kandungan Superplastisizer (%)	Nilai Slump (cm)	
		I	II
BS0	0	1.50	1.50
BS0.5	0.5	3.00	3.00
BS1	1	4.00	4.50
BS1.5	1.5	4.50	5.00
BS2	2	9.00	9.20



Gambar 4. Hubungan kandungan superplastisizer – tinggi slump pada pengujian I



Gambar 5. Hubungan kandungan superplastisizer – tinggi slump pada pengujian II

Berdasarkan Tabel 3, setelah dirata-ratakan antara pengujian I dan pengujian II didapatkan bahwa penambahan superplastisizer 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% terhadap berat semen meningkatkan nilai slump berturut-turut sebesar 100%, 183%, 216% dan 507%.

Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan bahwa penambahan jumlah superplastisizer pada campuran beton ringan yang menggunakan styrofoam meningkatkan nilai slump. Peningkatan nilai slump tersebut dapat didekati secara eksponensial sebesar  $e^{0.896x}$  yang didapatkan dari nilai rata-rata pengujian I dan pengujian II.

### Pengujian Beton Kering

#### 1. Pengujian Berat Volume Beton

Berat volume beton didapatkan dari hasil bagi berat silinder beton dengan volumenya. Hasil pengujian berat volume beton disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Berat volume beton ringan styrofoam dengan kandungan komposisi 80% pasir, 20% styrofoam

Benda Uji	Kandungan Superplastisizer (%)	Berat Volume (Kg/m <sup>3</sup> )	
		I	II
BS0	0	1,869.02	1,790.83
BS0.5	0.5	1,787.82	1,816.49
BS1	1	1,767.92	1,837.90
BS1.5	1.5	1,812.24	1,745.09
BS2	2	1,777.16	1,761.69

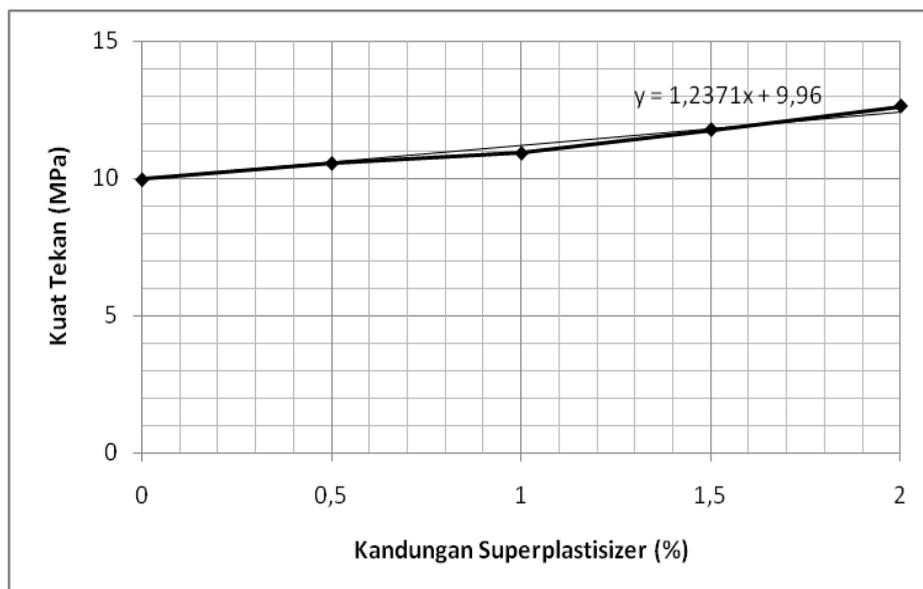
Berat volume beton seperti pada Tabel 4 menunjukkan bahwa komposisi campuran 80%pasir, 20% styrofoam akan menghasilkan beton ringan (berat kurang dari 1900 Kg/m<sup>3</sup>). Penurunan berat tersebut disebabkan oleh berkurangnya volume pasir sebesar 20% yang kemudian digantikan oleh volume styrofoam sebesar 20%. Peningkatan kandungan superplastisizer pada campuran beton ringan yang menggunakan styrofoam tidak memberikan dampak yang berpengaruh terhadap berat volume beton.

2. Pengujian Kuat Tekan

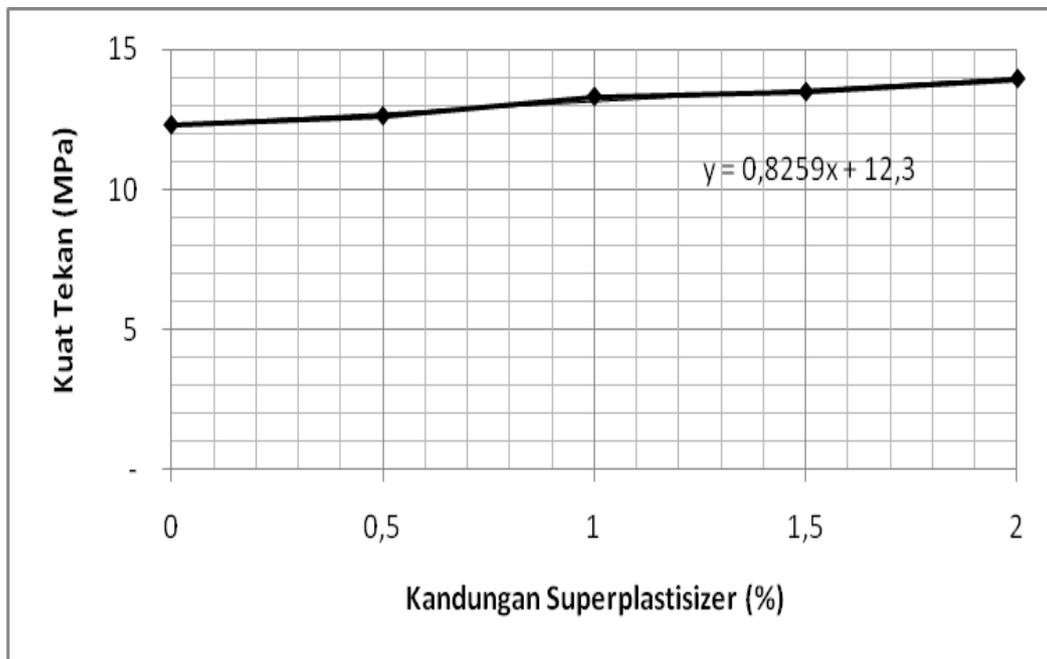
Tabel 5. Kuat tekan beton ringan yang menggunakan styrofoam

Benda Uji	Kandungan Superplastisizer (%)	Kuat Tekan (MPa)	
		Pengujian I	Pengujian II
BS0	0	9.96	12.30
BS0.5	0.5	10.55	12.62
BS1	1	10.91	13.30
BS1.5	1.5	11.77	13.47
BS2	2	12.62	13.94

Berdasarkan Tabel 5 diatas, peningkatan kandungan superplastisizer meningkatkan kuat tekan sebesar 5.92%, 9.04%, 16.55%, 22.60% untuk kandungan superplastisizer berturut-turut 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% pada pengujian I. Kuat tekan beton meningkat sebesar 2.58%, 7.92%, 8.8% dan 12.14 % untuk kandungan superplastisizer berturut-turut 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% pada pengujian II. Nilai rata-rata kenaikan kuat tekan akibat penambahan superplastisizer pada pengujian I dan pengujian II berturut-turut 4.25%, 8.48%, 12.67% dan 17.37%.



Gambar 6. Hubungan kandungan superplasticizer – kuat tekan beton Pengujian I

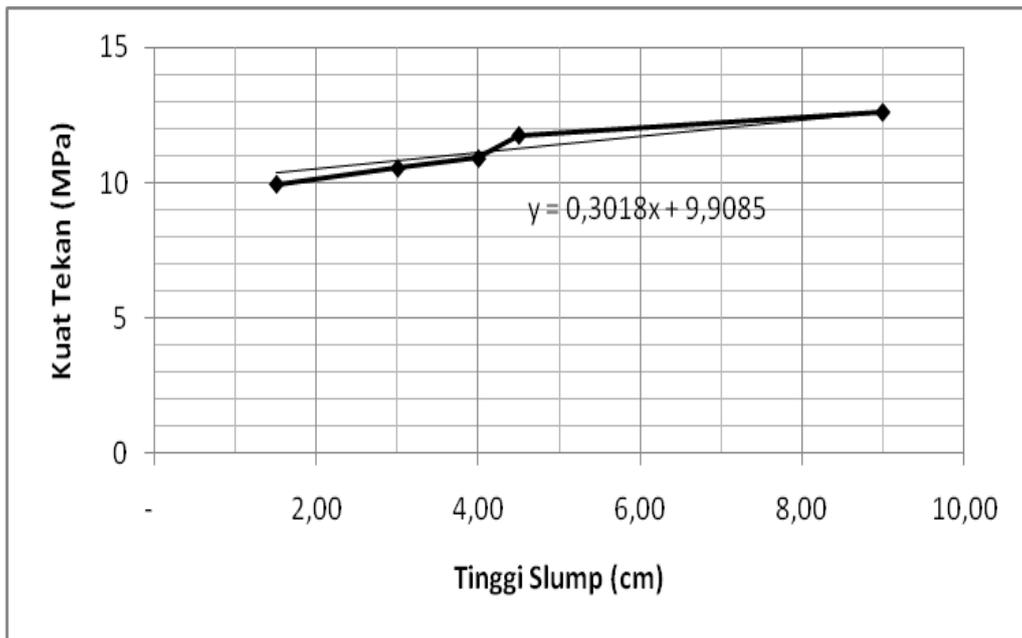


Gambar 7. Hubungan kandungan superplastisizer – kuat tekan beton Pengujian II

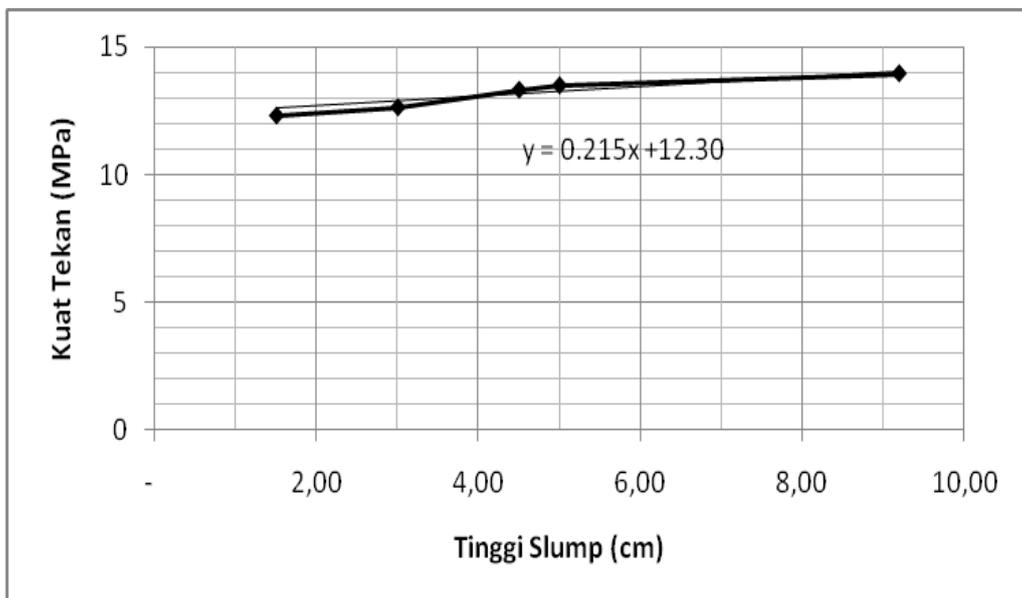
Peningkatan kuat tekan beton akibat penambahan superplastisizer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dapat didekati dengan sebuah persamaan linear  $y = 1.23 x$  dan untuk Gambar 7 dapat didekati dengan persamaan linear  $y = 0.825 x$ . Rata-rata peningkatan kuat tekan dapat didekati dengan  $y = 1.03 x$  dimana  $y$  adalah kuat tekan beton dan  $x$  adalah kandungan superplastisizer yang ditambahkan dalam campuran beton ringan styrofoam.

#### Hubungan Workabilitas – Kuat Tekan

Workabilitas yang direpresentasikan dengan nilai slump memberikan pengaruh yang menentukan terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi nilai slump untuk kondisi factor air semen (fas) yang sama akan meningkatkan kuat tekan beton seperti yang terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Hubungan Tinggi Slump - Kuat Tekan pengujian I



Gambar 9. Hubungan Tinggi Slump - Kuat Tekan Pengujian II

Kelemahan campuran beton ringan dari material ringan (styrofoam) adalah susahnya penyebaran matriks dalam hal ini adalah agregat halus dan semen untuk mengisi ruang-ruang yang kosong diantara butiran material ringan (styrofoam) sehingga matriks yang berfungsi sebagai pengikat material jumlahnya juga berkurang. Penambahan superplastisizer (*water reducer*) menambah kelecakan beton dalam hal ini menambah nilai slump sehingga matriks mampu menyebar dan membentuk ikatan yang lebih banyak sehingga kuat tekan beton meningkat.

Kuat tekan beton normal ditentukan oleh kekuatan agregat kasar ( $\pm 70\%$ ) sementara kekuatan beton ringan yang menggunakan styrofoam ditentukan oleh kekuatan dan jumlah matriks.

Berdasarkan hasil pengujian berat satuan dan kuat tekan bahwa campuran beton ringan dari styrofoam dapat digunakan untuk struktur ringan seperti dinding.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan superplastisizer 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% terhadap berat semen meningkatkan nilai slump berturut-turut sebesar 100%, 183%, 216% dan 507%.
2. Penambahan superplastisizer 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan berturut-turut 4.25%, 8.48%, 12.67% dan 17.37%.
3. Penambahan superplasticizer akan meningkatkan nilai slump untuk kondisi factor air semen yang sama pada beton segar sehingga meningkatkan kuat tekan beton.

### Saran

1. Guna mendapatkan hasil penelitian yang akurat harus ada peralatan timbangan digital dan juga fasilitas lain yang memadai.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut untuk menerapkan beton ringan yang menggunakan styrofoam sebagai batu tela pasangan dinding.
3. Perlu ditinjau dari segi ekonomis penggunaan bahan tambah superplasticizer.
4. Perlu banyak inovasi-inovasi pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi agar membantu mengurangi pencemaran lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akkas, Abdul Madjid, 1996, *Rekayasa Bahan / Bahan Bangunan*, Jurusan Sipil, Makassar.
- [2]. American Standard for Testing and Material, 2003, *Annual Book of ASTM. Concrete and Aggregates*, Volume 04.02. US and Canada.
- [3]. Departemen Pekerjaan Umum 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dengan Standar SK SNI 03-2847-2002*, Badan Standarisasi Nasional.
- [4]. Dharmagiri, I.B, dkk *Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon)*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol 12 No.1 2008.
- [5]. Dharmagiri, I.B, dkk *Kuat Tarik Belah dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon)*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol 12 No.2, Juli 2008.

- [6]. Ferguson, P.M. 1986. *Dasar-dasar Beton Bertulang Versi SI edisi ke empat (Terjemahan Budianto Sutanto dan Kris Setianto)*. Erlangga. Jakarta.
- [7]. Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- [8]. Mehta, P.K., 1986, *Structure, Properties and Material*, Prentice Hall, New Jersey
- [9]. Murdock, L.J dan Brook, K.M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- [10]. Nawi, Edward G., 1998. *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*, Penerbit PT. Rafika Aditama, Bandung.
- [11]. Satyarno, I., dkk., 2002, *Lightweight Styrofoam Concrete For lighter and more Ductile Wall*, [www.pdfone.com/..lightweight-styrofoam-concrete-for-lighter-and-more-ductile-wall.pdf](http://www.pdfone.com/..lightweight-styrofoam-concrete-for-lighter-and-more-ductile-wall.pdf).