

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, data yang diperoleh meliputi kuat desak beton dan data Tegangan-Regangan dari kuat desak beton. Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian di laboratorium, maka hal yang nantinya akan menjadi bahasan meliputi :

1. Membandingkan kuat desak beton dengan variasi penambahan zat additive *superplastisizer* sikament NN dengan dosis 0,6 %, 1,0 %, 1,5 % terhadap berat semen dengan beton normal tanpa zat additive *superplastisizer* sikament NN
2. Membandingkan grafik Tegangan-Regangan dengan variasi variasi penambahan zat additive *superplastisizer* sikament NN dengan dosis 0,6 %, 1,0 %, 1,5 % terhadap berat semen dengan beton normal tanpa. zat additive *superplastisizer* sikament NN.

#### 5.3 Jenis dan Metode Perawatan

Penelitian yang dilakukan menggunakan beton berbentuk silinder dengan diameter  $\pm 150$  mm dan tinggi  $\pm 300$  mm sebanyak total 180 sampel yang dibagi

menjadi 4 tipe secara berturut-turut diberi nama beton tanpa penambahan *Superplasticizer* Sikament NN (BN), beton dengan penambahan *Superplasticizer* Sikament NN dengan dosis 0,6 % (BSP 0,6 %), beton dengan penambahan *Superplasticizer* Sikament NN dengan dosis 1,0 % (BSP 1,0 %), dan beton dengan penambahan *Superplasticizer* Sikament NN dengan dosis 1,5 % (BSP 1,5 %), masing-masing dengan variasi umur pengujian, yaitu : 7, 21 dan 28 hari. Adapun jenis dan jumlah sampel dapat dilihat pada tabel 5.1 :

Tabel 5.1 Jenis dan Jumlah Sampel Benda Uji

No	Tipe	Variasi Umur (hari)			Jumlah
		7	21	28	
1	BN	15	15	15	45
2	BSP 0,6 %	15	15	15	45
3	BSP 1 %	15	15	15	45
4	BSP 1,5 %	15	15	15	45

Menurut (*Edward G Nawy 1990*) kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini :

1. Beton dibasahi terus-menerus dengan air.
2. Beton direndam didalam air.
3. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastik, atau kertas perawatan tahan air.
4. Dengan menggunakan perawatan gabungan acuan-membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari beton basah.
5. Perawatan uap untuk beton yang dihasilkan dari kondisi pabrik, seperti pipa dan balok pra cetak, dan tiang atau girder pra tekan.

Pada penelitian ini digunakan metode perawatan dengan cara direndam di dalam bak, dengan cara merendam sampel beton tersebut diharapkan agar nantinya sampel beton tersebut mencapai reaksi hidrasi kimiawi secara penuh

### **5.3 Pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap workabilitas.**

Beton yang paling padat dan kuat dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat *workabilitas* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan yang maksimal (L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1999). *Workability* (kemudahan pengerjaan) beton dapat dilihat dari nilai slump yang terjadi. Semakin besar nilai slump berarti tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton semakin tinggi, demikian pula sebaliknya. Besarnya takaran dari *superplasticizer* harus disesuaikan agar menghindari segregasi dan efek samping lainnya yang tidak diinginkan. Sesuai dengan pernyataan Tjokrodimulyo (1996), Bahan tambah yang diberikan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan meperburuk sifat beton.

Dalam penelitian ini, pemakaian bahan tambah *superplasticizer* (Sikament NN) dilakukan sedikit demi sedikit demi mengontrol nilai slump yang diinginkan. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini adalah 100 mm dengan toleransi antara 80-120 mm. Dengan adanya penambahan *Superplasticizer* untuk mendapatkan beton dengan kuat desak yang tinggi, akan berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton. Hal ini dikarenakan penambahan *Superplasticizer* yang berfungsi sebagai bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang mempunyai pengaruh dalam

meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (L.J.Murdock dan K.M.Brook, 1999). Ilham dkk.(2004) menyatakan, penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak kemungkinan yang terjadi adalah hidrasi menjadi lambat, sehingga beton tidak kering dalam 24 jam. Hal ini terbukti pada BSP 1,5% dimana kebutuhan *superplasticizer* meningkat menyebabkan hasil yang tidak lagi efektif.

Salah satu masalah yang berkaitan dengan penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton dalam campuran beton ialah cepat mengerasnya adukan sehingga sulit untuk dilakukan uji slump. Hal ini terjadi pada BSP 1,5 % setelah selesai pengadukan beton segar cepat kaku atau mengeras, dengan keadaan tersebut sebelum adukan beton dicetak perlu diaduk lagi secara manual sehingga adukan beton dapat kembali plastis. Ramachandran (1979) dalam Ilham (2004) mengatakan faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah penambahan *Superplasticizer*, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan *Superplasticizer*, kelembaban, temperatur, cara pengadukan, dan pemakaian bahan tambah lainnya

#### **5.4 Analisis Kuat Desak Benda Uji**

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat desak benda uji tersebut. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan berdasarkan perhitungan campuran beton yang menggunakan Metode DOE

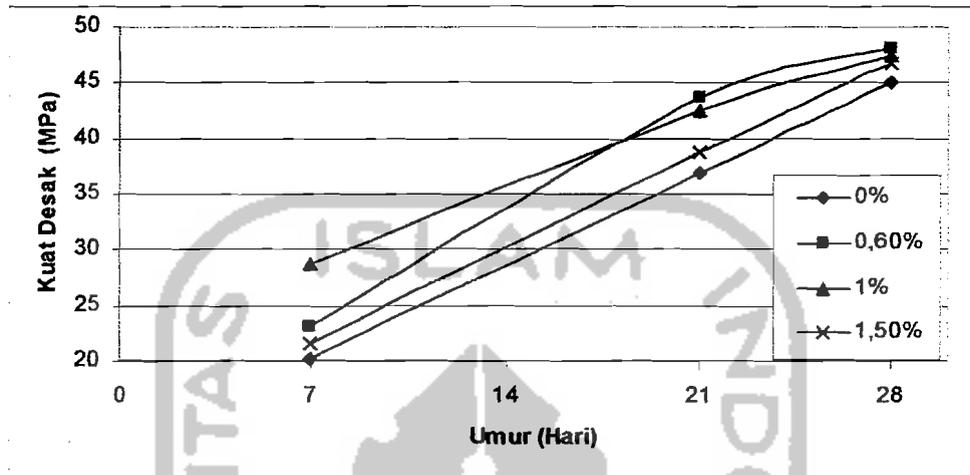
( *Department Of Environment* ) pada penelitian ini adalah 37 MPa. Perbandingan kuat tekan rata-rata antara tipe satu dengan tipe yang lainnya pada beton uji silinder beton yang telah dilakukan dapat dilihat pada dan tabel 5.2 sebagai berikut :

**Tabel 5.2 Hasil Uji Kuat Desak Beton**

No	Tipe Benda Uji	kuat desak (MPa) pada umur beton		
		7 hari	21 hari	28 hari
1	BN	20,25	36,90	45,09
2	BSP 0,6%	23,00	43,62	48,15
3	BSP 1,0%	28,70	42,42	47,41
4	BSP 1,5%	21,61	38,72	46,80

Kuat tekan beton akan mengalami peningkatan apabila kandungan air dalam campuran bahan dikurangi, pengurangan air tersebut dapat menyebabkan kelecakan beton berkurang drastis. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan *Superplasticizer* yang merupakan bahan tambah kimia yang berfungsi untuk meningkatkan kelecakan beton segar. Dengan meningkatnya kelecakan tersebut beton lebih praktis dan encer sehingga pasta semen dapat mengisi rongga di antara agregat dan mengurangi kandungan udara yang terperangkap. Sebagaimana yang dikatakan dalam Ilham dkk. (2004) bahwa *superplasticizer* dapat mengurangi porositas dan kadar pori pada beton akibat pengurangan kandungan udara. Penambahan *superplasticizer* dengan dosis yang tepat, disertai dengan perawatan dan pengerjaan adukan yang baik, mampu meningkatkan workabilitas dan kekuatan beton, tetapi apabila tidak maka akan menghasilkan penurunan terhadap kuat tekan beton. Hasil pengujian kuat desak beton pada penelitian ini dapat

digambarkan secara grafik hubungan antara kuat desak rata-rata beton dengan variasi penambahan *superplasticizer Sikament NN* 0,6 %, 1,0 %, 1,5 % dan terhadap berat semen sebagai berikut :



**Gambar 5.1.** Hubungan Kuat Desak Beton Dengan Penambahan Superplasticizer Pada Umur 7, 21 dan 28 Hari

Dari tabel dan grafik diatas dapat dihitung nilai presentase perbedaan antara tipe BN dengan tipe lainnya pada pengujian ke 7, 21 dan 28 hari yang dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini:

**Tabel 5.3.** Prosentase Selisih Kuat Desak Benda Uji Masing-Masing Tipe Terhadap Benda Uji BN

No	Tipe Benda Uji	selisih kuat desak pada pengujian (%)		
		7 hari	21 hari	28 hari
1	BN	0	0	0
2	BSP 0,6%	13,58	18,21	6,79
3	BSP 1,0%	41,73	14,96	5,15
4	BSP 1,5%	6,72	4,93	3,79

Dari Gambar 5.1 terlihat bahwa beton umur 7 hari dengan campuran *superplasticizer sikament NN* menunjukkan terjadi peningkatan kuat desak aktual pada setiap peningkatan prosentasenya. Pada penambahan 0,6 % *superplasticizer sikament NN* pada campuran beton menghasilkan kuat desak aktual lebih tinggi 13,58 % terhadap beton tanpa campuran *superplasticizer* (beton normal), pada penambahan dosis *superplasticizer* 1 % menghasilkan kuat desak aktual 41,739 % sedangkan pada penambahan dosis *superplasticizer* 1,5 % mengalami kenaikan sebesar 6,72% terhadap beton tanpa campuran *superplasticizer sikament NN* (beton normal).

Pada beton umur 21 hari dengan campuran *superplasticizer sikament NN* menunjukkan terjadi peningkatan kuat desak aktual pada setiap peningkatan prosentasenya. Peningkatan 0,6 % *superplasticizer sikament NN* menghasilkan kuat desak aktual lebih tinggi 18,20 % dari beton tanpa campuran *superplasticizer*, pada dosis *superplasticizer* 1 % menghasilkan kuat desak aktual 14,955 %, sedangkan pada peningkatan dosis *superplasticizer* 1,5 % menghasilkan kuat desak aktual 4,919 %. Pada dosis *superplasticizer* 1 % dan 1,5% mengalami kenaikan dari dosis *superplasticizer sikament NN* 0,6 %.

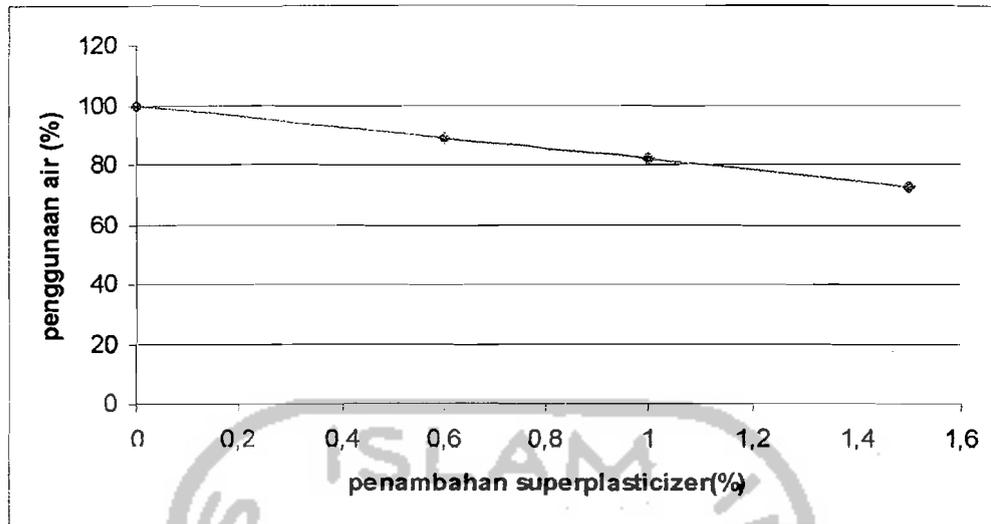
Sedangkan pada beton umur 28 hari dengan campuran *superplasticizer sikament NN* menunjukkan terjadi peningkatan dan penurunan kuat desak aktual pada setiap peningkatan prosentasenya. Peningkatan 0,6 % *superplasticizer sikament NN* menghasilkan kuat desak aktual lebih tinggi 6,879 % dari beton tanpa campuran *superplasticizer*, pada dosis *superplasticizer* 1 % menghasilkan kuat desak aktual 5,1428 %, sedangkan pada peningkatan dosis *superplasticizer*

1,5 % menghasilkan kuat desak aktual 3,788 %. Pada dosis superplasticizer 1 % dan 1,5 % mengalami penurunan dari dosis *superplasticizer sikament NN* 0,6 %.

Pada penambahan dosis superplasticizer sebesar 0,6 % mendapatkan hasil kuat desak yang paling besar dibandingkan dengan penambahan dosis superplasticizer sebesar 1 % dan 1,5 %, hal ini disebabkan karena terjadinya bleeding dan segretion pada beton dengan campuran superplasticizer 1 % dan 1,5%.

### **5.5 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kuat Tekan Beton.**

Air digunakan untuk menjadikan semen bereaksi dan dijadikan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan, oleh karena itu kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh jumlah air antara lain pada saat proses hidrasi. Apabila kelebihan jumlah air pada pasta semen akan menghasilkan beton dengan porositas tinggi, kekuatan rendah, dan kurang adanya ikatan antara pasta semen dan agregat. Dan apabila kurang jumlah air akan menghasilkan adukan beton yang sulit dikerjakan atau workabilitas yang rendah. Pada gambar di bawah ini menunjukkan kebutuhan pemakaian air dari penambahan *superplasticizer sikament NN* pada dosis 0 %, 0,6 %, 1,0 %, dan 1,5 % untuk mencapai nilai slump 100 mm



**Gambar 5.2** Hubungan Penambahan Superplasticizer (%)  
dengan Penggunaan Air (%)

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai presentase perbedaan antara tipe BN dengan tipe lainnya pada umur 7, 21 dan 28 hari yang dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini

**Tabel 5.4** Prosentase Penggunaan Air Akibat Penambahan Superplasticizer  
Pada Masing-Masing Tipe Benda Uji Terhadap Benda Uji BN

jenis sample	pemakaian air (lt)	pemakaian air (%)	pengurangan air (%)
BN	21,94	100	0
BSP 0,6 %	19,50	88,89	11,11
BSP 1,0 %	17,93	81,74	18,26
BSP 1,5 %	15,93	72,62	27,38

**Tabel 5.5** Nilai Mutu Beton Masing-Masing Benda Uji Akibat Penambahan Superplasticizer dan Pengurangan Air Berdasarkan Hitungan

jenis sample	Pemakaian air (Lt)	kebutuhan semen (Kg)	f.a.s	Mutu Beton (Mpa)	Mutu Beton (Kg/cm <sup>2</sup> )
BN	21,94	51,75	0,42	38	387,6
BSP 0,6 %	19,50	51,75	0,38	44	448,8
BSP 1,0 %	17,93	51,75	0,35	48	489,6
BSP 1,5 %	15,93	51,75	0,31	53	540,6

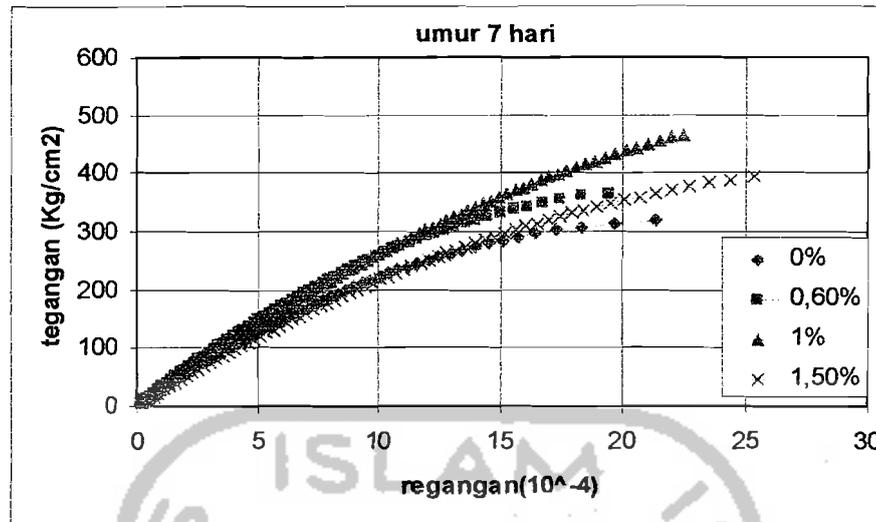
Dari tabel di atas terlihat bahwa semakin bertambah jumlah *superplasticizer sikament NN* yang dicampurkan, maka kebutuhan air semakin berkurang. Dengan variasi pengurangan air yang bertambah, menyebabkan nilai rasio faktor air-semen menjadi berkurang dan mengakibatkan kekuatan beton menahan beban menjadi bertambah, akan tetapi pengurangan air yang melebihi batas minimum dari faktor air semen mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton, terbukti dari tabel diatas, pengurangan air terus meningkat mencapai 27,38 % pada benda uji BSP 1,5 %, tetapi pengurangan ini tidak diikuti oleh hasil kuat desak maksimum karena penambahan dosis *superplasticizer* sebesar 1,5% menyebabkan *bleeding* dan *segretion* akibatnya kuat desaknya menurun. Pada benda uji 1,0 % pengurangan air yang melebihi batas minimum dari faktor air semen mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton.

Menurut Malhotra (1989) dalam Ilham dkk, 2004 kandungan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton, sedangkan apabila kandungan air terlalu sedikit adukan beton akan sulit untuk dikerjakan. Pada variasi BSP 0,6 % pengurangan kandungan air dengan campuran *superplasticizer*

yang rendah untuk mendapatkan nilai slump tetap, menghasilkan beton dengan wokrabilitas yang baik dan kuat tekan yang dihasilkan meningkat sedangkan pada variasi BSP 1,0 % dan BSP 1,5 % jumlah kandungan air pada adukan sangat kurang hal ini menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan, meskipun dengan penambahan superplasticizer mampu meningkatkan wokrabilitas tetapi penambahan superplasticizer tinggi, kuat tekan yang dihasilkan tidak lagi optimal, bahkan cenderung menurun. Pengurangan air yang optimum akan memberikan peningkatan kuat tekan beton sampai batas maksimum. Namun pengurangan air yang berlebihan menyebabkan beton menjadi keropos, sehingga akan mengurangi kekuatan beton.

#### **5.6 Analisis Hubungan Tegangan dan Regangan Pada Beton Uji**

Setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk apabila mendapat beban dan apabila perubahan bentuk terjadi maka gaya internal di dalam bahan tersebut akan menahannya, gaya internal ini disebut tegangan. Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan itu akan mengalami perubahan bentuk yang dikenal dengan sebagai regangan (MJ. Smith,1985). Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil 2 sampel dari satu variasi berjumlah 15 sampel. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Hasil pengujian tegangan regangan dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan regangan beton uji dengan variasi campuran superplasticizer 0 %, 0,6 %, 1 %, dan 1,5 %, terhadap berat semen pada umur 7, 21 dan 28 hari sebagai berikut :



**Gambar 5.3** Grafik Hubungan Tegangan Regangan Beton Uji Pada Umur 7 Hari

Dari grafik diatas menunjukkan tegangan dan regangan hancur :

- Pada Beton Normal (BN), tegangan hancur sebesar  $319,360 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancurnya  $21,327 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 0,6 %, tegangan hancur sebesar  $366,438 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $19,450 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 1,0 %, tegangan hancur sebesar  $467,716 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $22,477 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 1,5 %, tegangan hancur sebesar  $394,605 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $25,340 \times 10^{-4}$ .

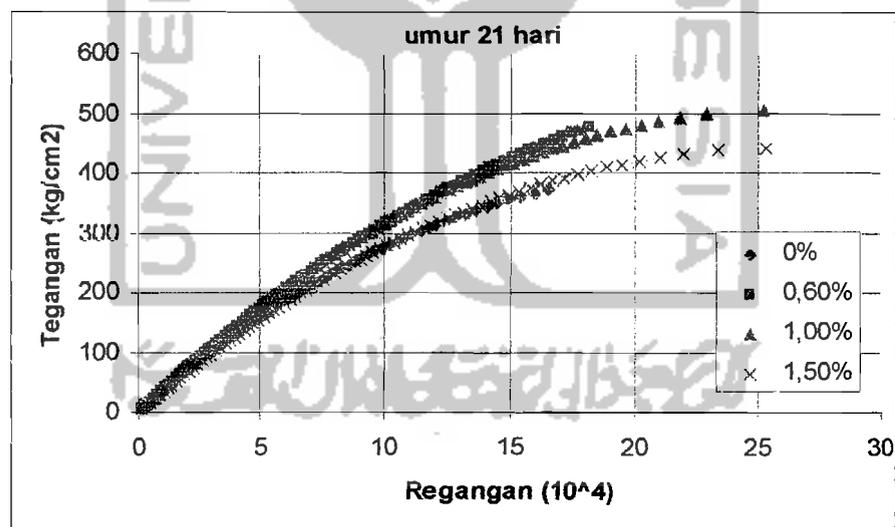
untuk lebih jelasnya tegangan regangan yang dihasilkan pada umur 7 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 5.6** Hubungan Tegangan Regangan Pada Umur 7 Hari

Campuran superplasticizer	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)	Regangan (x10 <sup>-4</sup> )
0%	319,36	31,3098	21,327
0,60%	366,438	35,92529	19,45
1,00%	467,716	45,85451	22,477
1,50%	394,605	38,68676	25,34

Berdasarkan hasil tegangan-regangan pada umur 7 hari di atas maka benda uji pada campuran 1,0 % mempunyai tegangan hancur yang paling tinggi, yaitu 467,716 kg/cm<sup>2</sup> dengan regangan hancur 22,723 x10<sup>-4</sup>.

Hasil pengujian tegangan regangan pada umur 21 hari dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan regangan benda uji dari beberapa variasi campuran superplasticizer SIKAMENT NN berikut :



**Gambar 5.4** Grafik Hubungan Tegangan Regangan Beton Uji

Pada Umur 21 Hari

Dari grafik diatas menunjukkan tegangan dan regangan hancur :

- Pada BN (Beton Normal), tegangan hancur sebesar  $371,226 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancurnya  $16,5072 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 0,6 %, tegangan hancur sebesar  $477,061 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $18,1575 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 1,0 %, tegangan hancur sebesar  $506,043 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $25,2643 \times 10^{-4}$ .
- Pada BSP 1,5 %, tegangan hancur sebesar  $442,531 \text{ kg/cm}^2$  dan regangan hancur  $25,2798 \times 10^{-4}$ .

untuk lebih jelasnya tegangan regangan yang dihasilkan pada umur 21 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :

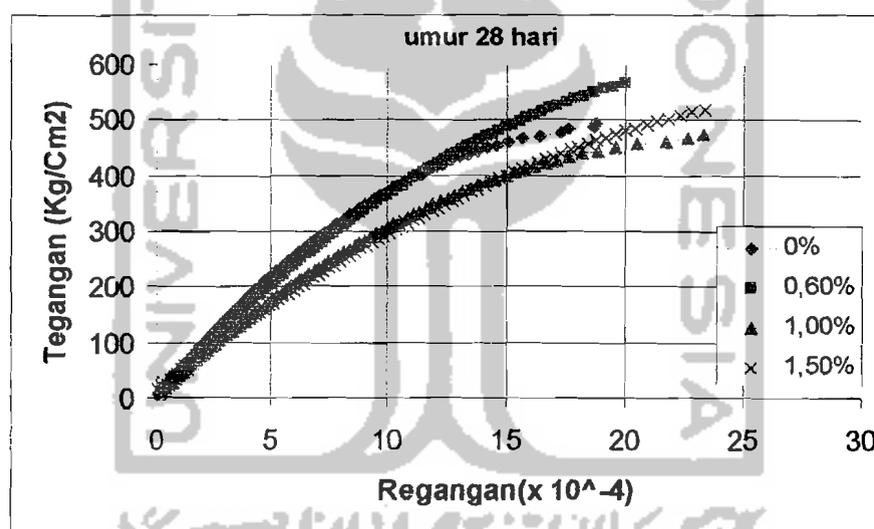
**Tabel 5.7 Hubungan Tegangan Regangan Pada Umur 21 Hari**

Campuran superplastisizer	Tegangan ( $\text{kg/cm}^2$ )	Tegangan (Mpa)	Regangan ( $\times 10^{-4}$ )
0%	371,226	36,39471	16,5072
0,60%	477,061	46,77069	18,1575
1,00%	506,043	49,61206	25,2,43
1,50%	442,531	43,38539	25,2,98

Pada hasil tegangan regangan pada umur 21 hari diatas maka benda uji pada campuran 1,0 % mempunyai tegangan hancur yang paling tinggi, yaitu  $506,043 \text{ kg/cm}^2$  dengan regangan hancur  $25,2643 \times 10^{-4}$ . Oleh karena itu, pada benda uji tipe BSP 1,0 % pada umur 7 hari dan 21 hari tersebut yang mempunyai kekuatan beton yang paling besar sehingga panjang bagian linier semakin

bertambah dimana pada kondisi tersebut masih elastis apabila bebannya dihilangkan dapat terjadi pemulihan kembali perubahan bentuk seutuhnya seperti semula.

Hasil pengujian tegangan regangan pada umur 28 hari dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan regangan benda uji dari beberapa variasi campuran *superplasticizer SIKAMENT NN* berikut :



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Tegangan Regangan Beton Uji

Pada Umur 28 Hari

Dari grafik diatas menunjukkan tegangan dan regangan hancur pada :

- Pada BN 0 % (Beton Normal), tegangan hancur sebesar 494,442 kg/cm<sup>2</sup> dan regangan hancurnya 18,783  $\times 10^{-4}$ .

- Pada BSP 0,6 %, tegangan hancur sebesar 566,345 kg/cm<sup>2</sup> dan regangan hancur 20,0129 x10<sup>-4</sup>.
- Pada BSP 1,0 %, tegangan hancur sebesar 472,355 kg/cm<sup>2</sup> dan regangan hancur 23,2763 x10<sup>-4</sup>.
- Pada BSP 1,5 %, tegangan hancur sebesar 525,005 kg/cm<sup>2</sup> dan regangan hancur 23,3237 x10<sup>-4</sup>.

untuk lebih jelasnya tegangan regangan yang dihasilkan pada umur 21 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.7 Hubungan Tegangan Regangan Pada Umur 28 Hari

Campuran superplasticizer	Tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)	Regangan (x10 <sup>-4</sup> )
0%	494,442	36,39471	18,7831
0,60%	566,345	46,77069	23,0129
1,00%	472,355	49,61206	23,2763
1,50%	525,005	43,38539	23,3237

Berdasarkan hasil tegangan regangan di atas maka benda uji tipe BSP 0,6 % mempunyai tegangan hancur yang paling tinggi, yaitu 566.345 kg/cm<sup>2</sup> dengan regangan hancur 20,0129 x 10<sup>-4</sup>. Pada tipe BSP 0,6 % umur 28 hari tingkat keelastisan betonnya tinggi sehingga tegangan yang terjadi menjadi tinggi. Oleh karena itu. pada benda uji tipe BSP 0,6 % pada umur 28 hari ini yang mempunyai kekuatan beton yang paling besar sehingga pada kondisi tersebut apabila bebannya dihilangkan dapat terjadi pemulihan kembali perubahan bentuk

seutuhnya seperti semula dan panjang bagian linier semakin bertambah sampai pada tingkat maksimum.

### 5.7 Analisis Modulus Elastisitas

Dari data Pengujian tegangan-regangan yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII tersebut, maka dapat dihitung Modulus Elastisitasnya

Perhitungan Modulus Elastisitas sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas (Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5.1)$$

Dimana :  $\sigma$  = Tegangan pada 40% kuat tekan uji (0,4.kuat desak beton)

$\varepsilon$  = Regangan yang dihasilkan dari tegangan ( $\sigma$ )

Pada tipe BN, didapat  $\sigma = 131,166 \text{ kg/cm}^2$  dan  $\varepsilon = 5,172 \times 10^{-4}$

$$Ec = \frac{131,166}{5,172 \cdot 10^{-4}} = 253607,8886$$

Pada kurva tegangan regangan bahwa sekitar 40 % dari  $f'_c$  pada umumnya dianggap linear dengan asumsi bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat reversibel penuh). Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang semakin bertambah (Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar; *Edward G Nawy, 1990*).

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) BN, BSP 0,6 %, BSP 1,0 % dan BSP 1,5 % pada umur 7,21 dan 28 hari berturut-turut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) Benda Uji**

superplasticizer (%)	Umur Beton 7 Hari				
	Tegangan $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas ( $E_c$ )		
			Hasil Uji		Teoritis Mpa
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	
0	131,166	5,192	252636	24768	18883
0,6	148,866	5,034	295744	28995	20696
1	188,227	6,837	275288	26989	20150
1,5	160,130	7,012	228357	22388	18136

superplasticizer (%)	Umur Beton 21 Hari				
	Tegangan $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas ( $E_c$ )		
			Hasil Uji		Teoritis Mpa
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	
0	148,491	4,681	317191	31097	24972
0,6	195,422	5,721	341567	33487	29903
1	205,84801	5,9574449	345531	33876	21950
1,5	181,55128	6,0053056	302318	29639	21646

superplasticizer (%)	Umur Beton 28 Hari				
	Tegangan $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon$ (10 <sup>-4</sup> )	Modulus Elastisitas ( $E_c$ )		
			Hasil Uji		Teoritis Mpa
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	
0	198,9135	4,4837685	443630	43493	25846
0,6	228,82632	5,696645	401686	39381	29973
1	193,4947	5,6575398	342012	33531	27976
1,5	211,1434	6,3757651	331166	32467	26946

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa pengujian tegangan regangan umur 7 hari dihasilkan :

- Pada benda uji beton normal (BN) menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar 252636 kg/cm<sup>2</sup> atau 24768 MPa

- Pada benda uji BSP 0,6 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $295744 \text{ kg/cm}^2$  atau  $28995 \text{ MPa}$  dan mengalami kenaikan sebesar 17 % dari beton normal.
- Pada benda uji BSP 1,0 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $275288 \text{ kg/cm}^2$  atau  $26989 \text{ MPa}$  dan mengalami kenaikan sebesar 8,96 % dari beton normal.
- Pada benda uji beton BSP 1,5 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $228357 \text{ kg/cm}^2$  atau  $22388 \text{ MPa}$  dan mengalami penurunan sebesar 9,6 % dari beton normal.

Pada penambahan superplasticizer sikament NN 0,6 % menghasilkan Modulus Elastisitas yang paling tinggi yaitu sebesar  $295744 \text{ kg/cm}^2$ , Hal ini dikarenakan benda uji Tegangan Regangan untuk analisis Modulus Elastisitas hanya 2 sampel pada setiap variasinya.

Sedangkan pada pengujian tegangan-regangan sampel beton pada umur 21 hari dihasilkan :

- Pada benda uji beton normal (BN) menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $317191 \text{ kg/cm}^2$  atau  $31097 \text{ MPa}$  dari beton normal.
- Pada benda uji BSP 0,6 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $341567 \text{ kg/cm}^2$  atau  $33487 \text{ MPa}$  dan mengalami kenaikan sebesar 7,6 % dari beton normal.
- Pada benda uji BSP 1,0 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $345531 \text{ kg/cm}^2$  atau  $33876 \text{ MPa}$  dan mengalami kenaikan sebesar 8,9 % dari beton normal.

- Pada benda uji BSP 1,5 % dihasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $302318 \text{ kg/cm}^2$  atau  $29639 \text{ MPa}$  dari beton normal dan mengalami penurunan dari beton normal sebesar  $4,7 \% \text{ kg/cm}^2$ .

Dari hasil diatas terlihat bahwa beton BSP 1,0 % mempunyai nilai modulus elastisitas terbesar, sedangkan pada benda BSP 1,5 % modulus elastisitasnya lebih kecil dibandingkan dengan beton normal (BN) dan pada BSP 1,0 %, karena pada BSP 1,5 % hidrasinya terganggu oleh air dalam campuran yang terlalu sedikit sehingga beton menjadi kering dan menimbulkan rayapan atau aliran plastis yang besar dan mempengaruhi modulus elastisitas yang terjadi. Hal ini dapat dikurangi dengan memperhatikan berbagai macam faktor yaitu kekuatan, semen, dan campuran.

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa pengujian tegangan regangan umur 28 hari dihasilkan :

- Pada benda uji beton normal (BN) menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $443630 \text{ kg/cm}^2$  atau  $43493 \text{ MPa}$
- Pada benda uji BSP 0,6 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $401686 \text{ kg/cm}^2$  atau  $39381 \text{ MPa}$  dan mengalami penurunan sebesar  $9,4 \%$  dari BN.
- Pada benda uji BSP 1,0 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $342012 \text{ kg/cm}^2$  atau  $33531 \text{ MPa}$  dan mengalami penurunan sebesar  $22,9 \%$  dari BN.

- Pada benda uji BSP 1,5 % menghasilkan Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) sebesar  $331166 \text{ kg/cm}^2$  atau  $32467 \text{ MPa}$  dan mengalami kenaikan dari beton tanpa penambahan *superplasticizer sikament NN* sebesar  $25,35 \%$ .

Dari hasil diatas terlihat bahwa nilai modulus elastisitas tidak sebanding dengan nilai kuat desak beton. Pada benda uji tipe BN28 mempunyai Modulus Elastisitas ( $E_c$ ) yang paling besar, yaitu  $443630,170 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini disebabkan bahwa pada benda uji tipe BN28 mempunyai regangan lebih kecil dibandingkan tipe-tipe benda uji lainnya, yaitu  $4,484 \times 10^{-4}$ . Ketika beton dibebani maka akan mengalami perubahan bentuk dan semakin bertambah sesuai pertambahan beban. Pengaruh beban yang terus bertambah maka perubahan bentuk atau rayapan akan semakin cepat sehingga keruntuhan pada beton akan semakin dekat (Bahan dan Praktek Beton, *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*). Pada benda uji tipe BN28, kecepatan rayapan yang terjadi lebih lambat dibandingkan tipe-tipe benda uji lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh proses hidrasi semen telah berlangsung dengan maksimal selain itu juga agregat kasar yang berada dalam benda uji beton silinder memiliki permukaan yang kasar dan rongga-rongga yang ada dalam agregat kecil. Menurut *Neville* bahwa rayapan beton tergantung pada pasta semen yang merupakan daerah terlemah pada beton dan rayapan tersebut dapat dikurangi oleh agregat yang kasar. Rayapan akan bertambah bila agregat yang digunakan makin halus dan biasanya akan bertambah lagi rayapannya bila agregat yang digunakan berongga.

Pada tabel diatas terlihat jelas bahwa modulus elastisitas dengan rumus 5.1 lebih besar dibandingkan dengan menggunakan rumus teoritis yaitu :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \quad (5.2)$$

terbukti pada salah satu sampel yaitu BN 28 modulus elastisitas yang dihasilkan dengan menggunakan rumus 5.1 menghasilkan modulus elastisitas sebesar 43493 Mpa sedangkan dengan rumus 5.2 modulus elastisitas yang dihasilkan sebesar 25846 Mpa.

### **5.8 Tinjauan Umum Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya.**

Pada sub bab ini menjelaskan perbandingan penelitian yang kami lakukan dengan beberapa penelitian yang lainnya antara lain :

#### **5.8.1 Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah “Superplasticizer” Terhadap Kuat Desak Beton (*Muzamil dan Budiono*).**

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah superplasticizer merk MERGUSS FB produksi PT. PENTA VALENT, Jakarta dengan prosentase 0,7% 1,0%, 2,5% dan 4,0% pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus (15 x 15 x 15 cm), dimana bahan tambah ini dapat mengurangi kadar air dan mempermudah pekerjaan karena kelecakannya yang tinggi, tetapi bahan tambah ini dapat memperlambat pengeringan terutama pada pemakaian bahan tambah yang prosentasenya besar. Pada prosentase 1% terhadap berat semen menghasilkan mutu beton yang tinggi, disamping itu proses pengadukannya mudah karena kelecakannya sangat tinggi dan menghasilkan kuat tekan beton sebesar 368,6 kg/cm<sup>2</sup>. Pemakaian bahan tambah yang berlebihan

Pada tabel diatas terlihat jelas bahwa modulus elastisitas dengan rumus 5.1 lebih besar dibandingkan dengan menggunakan rumus teoritis yaitu :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} \quad (5.2)$$

terbukti pada salah satu sampel yaitu BN 28 modulus elastisitas yang dihasilkan dengan menggunakan rumus 5.1 menghasilkan modulus elastisitas sebesar 43493,15389 Mpa sedangkan dengan rumus 5.2 modulus elastisitas yang dihasilkan sebesar 28627,561 Mpa.

### 5.8 Tinjauan Umum Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya.

Pada sub bab ini menjelaskan perbandingan penelitian yang kami lakukan dengan beberapa penelitian yang lainnya antara lain :

#### 5.8.1 Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah “Superplasticizer” Terhadap Kuat Desak Beton (*Muzamil dan Budiono*).

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah superplasticizer merk MERGUSS FB produksi PT. PENTA VALENT, Jakarta dengan prosentase 0,7% 1,0%, 2,5% dan 4,0% pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus (15 x 15 x 15 cm), dimana bahan tambah ini dapat mengurangi kadar air dan mempermudah pekerjaan karena kelecakannya yang tinggi, tetapi bahan tambah ini dapat memperlambat pengeringan terutama pada pemakaian bahan tambah yang prosentasenya besar. Pada prosentase 1% terhadap berat semen manghasilkan mutu beton yang tinggi, disamping itu proses pengadukannya mudah karena kelecakannya sangat tinggi dan menghasilkan kuat tekan beton sebesar 368,6 kg/cm<sup>2</sup>. Pemakaian bahan tambah yang berlebihan

sangat mengurangi kuat tekan beton yaitu pada prosentase 2,5 % keatas, ini terbukti pada prosentase 4% hanya menghasilkan kuat tekan beton sebesar 276 kg/cm<sup>2</sup>, dan pada prosentase 2,5% tingkat workability nya rendah karena adukan sangat sulit homogen, dan pengadukan dilakukan secara manual atau dengan tangan saja yang menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

Pada penelitian yang kami lakukan pemakaian bahan tambah dengan prosentase 0,6% dari berat semen memiliki kuat desak yang paling besar di antara prosentase campuran lainnya yaitu sebesar 48,15 Mpa, sedangkan pada campuran 1,0% dan 1,5 % menghasilkan kuat desak sebesar 47,41 Mpa dan 46,8 Mpa. Pengadukan beton yang kami lakukan dengan memakai mesin molen berbeda dengan penelitian diatas yang hanya menggunakan tangan saja sehingga kualitas atau mutu beton yang dihasilkan menurun.

Penelitian yang kami lakukan memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian di atas yaitu bahan tambah yang kami gunakan superplasticizer merk SIKAMENT NN yang di produksi oleh PT. Sika Nusa Pratama dengan prosentase 0,6%, 1,0% pada umur 7, 21 dan 28 hari dengan benda uji silinder, dimana bahan tambah ini juga dapat mereduksi air hingga 27,38% dan mempermudah pekerjaan, pada penelitian kami menggunakan nilai slump sudah ditetapkan yaitu 10 cm dengan toleransi 8-12cm berbeda dengan penelitian diatas yang menggunakan nilai slump sebesar 7,5-15 cm. Bahan tambah yang kami gunakan ini memiliki kesamaan dengan penelitian di atas yaitu dapat memperlambat pengeringan terutama pada pemakaian bahan tambah yang prosentasenya besar yaitu pada prosentase 1,5%.

Pada penelitian yang kami lakukan pemakaian bahan tambah dengan prosentase 0.6% dari berat semen memiliki kuat desak yang paling besar di antara prosentase campuran lainnya yaitu sebesar 48,15 Mpa, sedangkan pada campuran 1,0% dan 1.5 % menghasilkan kuat desak sebesar 47,41 Mpa dan 46,8 Mpa. Pengadukan beton yang kami lakukan dengan memakai mesin molen berbeda dengan penelitian diatas yang hanya menggunakan tangan saja sehingga kualitas atau mutu beton yang dihasilkan menurun.

#### **5.8.2 Tinjauan Pemakaian Superplasticizer Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Desak dan Optimum. (Fitria Hariny dan Asna Luthfiah, 2003)**

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah superplasticizer merk Kao mighty 150's produksi PT. KAO dengan prosentase campuran sebesar 0,4%-1,6% dari berat semen dengan interval 0,2% pada umur 7 dan 28 hari, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan dosis superplasticizer dan untuk mendapatkan dosis optimum dari variasi penambahan superplasticizer tersebut pada kuat tekan beton yang diinginkan yaitu mutu K-500 dan benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak beton adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm. Dalam penelitian tersebut dapat diketahui bahwa dengan penambahan superplasticizer dapat mengurangi air sampai 24% dengan nilai slump  $\pm 70$  mm dan semakin banyak dosis superplasticizer yang dipakai akan menghasilkan kuat desak yang meningkat sampai dosis 1,2% dengan nilai kuat desak sebesar 52,34

Mpa, sedangkan pada campuran beton dengan dosis superplasticizer sebesar 1,4% dan 1,6% mengalami penurunan kuat desak dibandingkan dosis 1,2%.

Penelitian yang kami lakukan memiliki persamaan dengan penelitian di atas yaitu bahan tambah superplasticizer yang mereduksi air dalam campuran beton. Perbedaan dengan penelitian di atas yaitu bahan tambah yang kami gunakan superplasticizer merk SIKAMENT NN yang di produksi oleh PT. Sika Nusa Pratama dengan prosentase 0,6%, 1,0% dan 1,5% pada umur 7, 21 dan 28 har dan benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak beton adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,

Berbeda dengan penelitian diatas penelitian yang kami lakukan dengan penambahan superplasticizer Sikament NN dapat mereduksi air hingga 27,38% dengan nilai slump yang telah ditetapkan yaitu 100 mm dengan toleransi 80-120 mm. Dalam penelitian ini dapat diketahui dosis superplasticizer yang menghasilkan kuat desak yang paling tinggi pada dosis 0,6% dengan nilai kuat desak sebesar 48,15 Mpa, sedangkan pada campuran beton dengan dosis superplasticizer sebesar 1,0% dan 1,5% mengalami penurunan kuat desak dibandingkan dosis 0,6%.