

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Bahan

4.1.1. Zeolit

Dalam penelitian ini, digunakan bahan Zeolit alam sebagai bahan tambah dengan beberapa variasi prosentase berdasarkan berat semen. Zeolit yang digunakan diambil dari daerah Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap zeolit meliputi pengujian penyerapan, berat isi serta zona gradasi zeolit. Dari hasil percobaan pendahuluan ini didapat penyerapan air zeolit sebesar 3,58%, berat isi zeolit sebesar 1446,95 kg/m³ dan zeolit yang digunakan termasuk dalam zona 3 gradasi agregat halus. Tabel perhitungan penyerapan air, berat isi, dan zona gradasi zeolit dapat dilihat pada lampiran 1 dan 3.

4.1.2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir lumajang yang berasal dari Lumajang, Jawa Timur. Seperti halnya zeolit, pada agregat halus juga dilakukan penelitian pendahuluan berupa uji penyerapan, berat jenis serta gradasi. Pasir yang digunakan termasuk dalam zona 3 gradasi agregat halus. Berikut ini adalah hasil dari pengujian pendahuluan agregat halus. Tabel perhitungan penyerapan air, berat isi, dan zona gradasi pasir dapat dilihat pada lampiran 2 dan 4.

Tabel 4.1. Berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir lumajang

Keterangan	Nominal
Berat Jenis Curah <i>Bulk Specific Gravity</i>	2,121668
Berat Benda Jenuh Kering Permukaan <i>(Bulk Spesific Gravity Saturated Surface Dry)</i>	2,149613
Berat Jenis Semu <i>(Apparent Specific Gravity)</i>	2,182663
Penyerapan (%) <i>(Absorption)</i>	1,32%

4.2. Benda Uji

Dari penelitian terdahulu yang juga membuat benda uji bata ringan di PT. Banoncon Indonesia, didapatkan hasil percobaan pendahuluan yang menyatakan bahwa faktor air semen yang digunakan sebesar 0,415. Mix design bahan dibuat berdasarkan acuan yang telah dimiliki oleh PT. Banoncon Indonesia dengan dilakukan beberapa penyesuaian sebagai berikut :

Tabel 4.2. Komposisi pembuatan benda uji tiap variasi per m³

No	Bahan	Jumlah Per m ³					Satuan
		0%	+ 10% no 80	+ 20% no 80	+ 10% no 200	+ 20% no 200	
1	Semen	225					kg
2	Pasir	562,5					kg
3	Foaming Agent	0,8					liter
4	Zeolit	0	22,5	45	22,5	45	kg
5	Air	160					kg
	Air untuk Zeolit	0	0,8055	1,611	0,8055	1,611	kg
	Air Total	160	160,805	161,611	160,805	161,611	kg

(sumber : Hasil perhitungan)

Setelah desain komposisi tiap variasi benda uji ditentukan, maka benda uji dapat mulai dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan cetakan benda uji berukuran 60x20x10 cm yang kemudian bagian dalamnya diolesi oli demi memudahkan pelepasan benda uji
2. Menyiapkan *mix design* yang sebelumnya telah diperhitungkan serta jumlah masing-masing zeolit yang akan ditambahkan.
3. Memasukkan semen, air, serta zeolit ke dalam *mixer*.
4. Memasukkan pasir yang telah disaring terlebih dahulu ke dalam *mixer*.
5. Memasukkan *foaming agent* ke dalam *mixer* yang sebelumnya telah dibusakan menggunakan *foam generator*.
6. Hasil mix dituangkan ke dalam cetakan yang telah dipersiapkan dan ditunggu mengering selama 8 jam.
7. Setelah mengering, cetakan dilepas dan benda uji disimpan di ruang terbuka yang terhindar dari hujan.

4.3. Hasil Pengujian

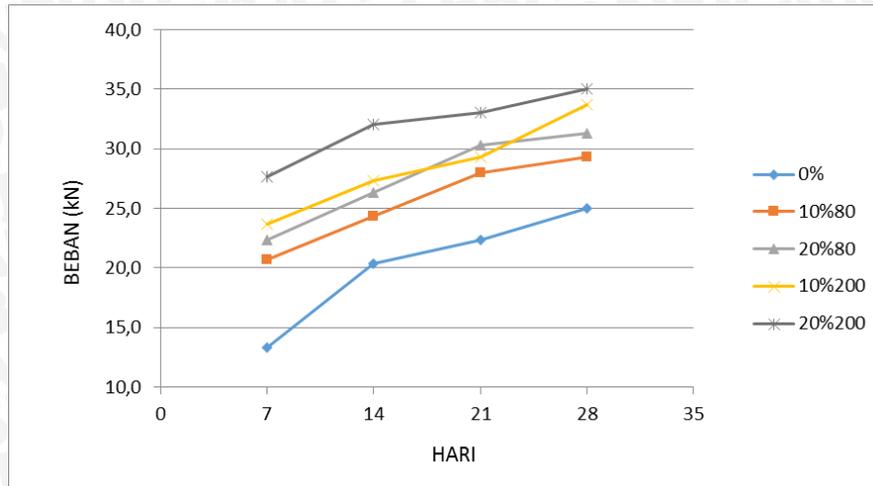
4.3.1. Uji kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dengan menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Machine*) pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 setelah pencetakan benda uji. Pengujian dilakukan dengan posisi benda uji yang diberikan tekanan adalah luas permukaan 60x10 cm. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa di lapangan, bata ringan digunakan pada bangunan dalam posisi vertikal. Oleh karena itu, uji pembebanan juga dilakukan dalam posisi yang sama. Sedangkan parameter dalam pengujian tekan ini adalah dengan memberikan beban penekanan pada benda uji menggunakan alat uji tekan hingga benda uji mengalami keretakan. Apabila telah tampak keretakan pada sisi benda uji maka penekanan dihentikan dan dicatat besar tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji. Setelah dilakukan pengujian terhadap semua benda uji didapatkan hasil kuat tekan benda uji yang dapat dilihat pada lampiran 5, sedangkan kuat tekan rata-rata benda uji sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil kuat tekan rata-rata tiap benda uji

Hari Ke	Kuat Tekan					
	0%		Zeolit no.80			
			10%		20%	
	kN	kg	kN	kg	kN	kg
7	13,33	1333,33	20,67	2066,67	22,33	2233,33
14	20,33	2033,33	24,33	2433,33	26,33	2633,33
21	22,33	2233,33	28	2800	30,33	3033,33
28	25	2500	29,33	2933,33	31,33	3133,33

Hari Ke	Kuat Tekan			
	Zeolit no.200			
	10%		20%	
	kN	kg	kN	kg
7	23,67	2366,67	27,67	2766,67
14	27,33	2733,33	32,00	3200,00
21	29	2933	33,00	3300,00
28	33,67	3366,67	35,00	3500,00



Gambar 4.1. Kuat tekan rata-rata tiap variasi benda uji

4.3.2. Uji Tegangan Regangan

Pengujian tegangan-regangan berhubungan dengan pengujian kuat tekan.

Perhitungan tegangan didapat dari rumus :

$$\text{Tegangan } (f) = \frac{P(kN)}{A(cm^2)}$$

Dimana : f = Tegangan (kN/cm^2)

P = Beban maksimum yang dapat ditahan (kN)

A = Luas penampang yang ditekan (cm^2)

Tabel 4.4. Tegangan rata-rata tiap benda uji

Hari Ke	Tegangan					
	0%		Zeolit no.80			
			10%		20%	
	kN/cm^2	kg/cm^2	kN/cm^2	kg/cm^2	kN/cm^2	kg/cm^2
7	0,022	2,222	0,034	3,444	0,037	3,722
14	0,034	3,389	0,041	4,056	0,044	4,389
21	0,037	3,722	0,047	4,667	0,051	5,056
28	0,042	4,167	0,049	4,889	0,052	5,222

Hari Ke	Tegangan			
	Zeolit no.200			
	10%		20%	
	kN/cm^2	kg/cm^2	kN/cm^2	kg/cm^2
7	0,039	3,944	0,046	4,611
14	0,046	4,556	0,053	5,333
21	0,049	4,889	0,055	5,500
28	0,056	5,611	0,058	5,833

Pada saat pengujian kuat tekan dilakukan pada hari ke 28, dicatat perubahan tinggi benda uji setiap kenaikan beban sebesar 2 kN. Pembacaan perubahan tinggi benda uji dilakukan dengan cara memasang dua buah dial digital pada masing masing ujung benda uji sehingga didapatkan data perubahan tinggi benda uji selama proses pembebanan. Setelah itu didapat nilai regangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

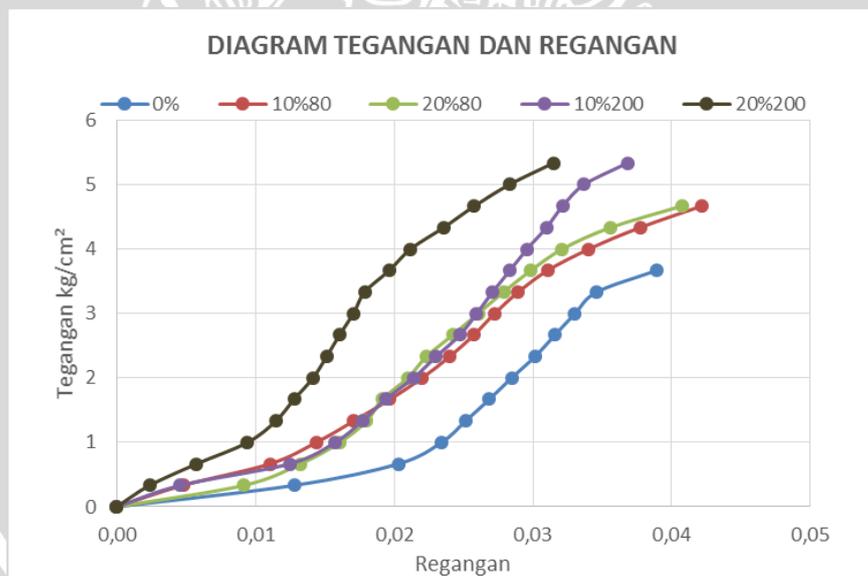
$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

Keterangan : ε = Regangan

δ = Penurunan/Pertambahan (mm)

L = Panjang Benda Uji (mm)

Setelah mengolah data yang didapatkan dari proses pengujian maka didapatkan suatu hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada benda uji. Nilai tegangan dan regangan benda uji dapat dilihat pada lampiran 6. Diagram tegangan dan regangan benda uji adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2. Tegangan-Regangan rata-rata tiap variasi benda uji

4.4. Uji Hipotesa & Analisis Regresi

4.4.1. Uji Hipotesa

Dalam suatu penelitian, pengujian hipotesis merupakan bagian terpenting dikarenakan tanpa adanya pengujian hipotesis tidak akan diketahui penelitian ini benar atau tidak. Pada penelitian ini pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui adakah pengaruh dari penambahan zeolit (variabel bebas) terhadap kuat tekan serta diagram tegangan regangan bata beton ringan (variabel terikat).

Hipotesis pada penelitian ini :

H_{0A} : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan

H_{1A} : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

H_{0B} : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh dari perbedaan ukuran butir penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan

H_{1B} : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari perbedaan ukuran butir penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

Kriteria pengujian :

Jika $F_{uji} < F_{tabel}$, maka menerima H_0 dan menolak H_1

Jika $F_{uji} > F_{tabel}$, maka menerima H_1 dan menolak H_0

Untuk mengetahui perbedaan rerata dari dua populasi atau lebih, dimana variabel tak bebas berupa data interval dan variabel bebas berupa nominal, digunakan metode ANOVA satu arah dan hasil pengujian disajikan oleh nilai F Hitung dengan tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Jika ada perbedaan yang berarti antara dua variabel, maka hasil penelitian mendukung hipotesis yang diajukan, sebaliknya jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan antar dua variabel, menunjukkan hipotesis yang diajukan ditolak.

4.4.1.1. Uji Hipotesa Terhadap Prosentase Penambahan Zeolit

Hipotesis pada pengujian ini adalah :

H_{0A} : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan

H_{1A} : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

Menggunakan distribusi nol dengan data sebagai berikut :

- Tingkat signifikansi (α) = 5%
- Jumlah variasi (k) = 3 variasi
- Jumlah sampel (n) = 3 sampel

Dicari F tabel berdasarkan :

$$V1 = k-1 = 3-1 = 2$$

$$V2 = k \times (n-1) = 3 \times (3-1) = 6$$

Maka didapatkan F tabel = 5,14

Tabel 4.5. Perhitungan uji hipotesa kuat tekan penambahan zeolit no.80

Variasi	Sampel			ΣA_i	\bar{A}_j	\bar{A}
	1	2	3			
0%	27	25	23	75	25,000	28,56
10%80	29	29	30	88	29,333	
20%80	31	34	29	94	31,333	

Variasi	$\bar{A}_j - \bar{A}$	$(\bar{A}_j - \bar{A})^2$	$(\bar{A}_i - \bar{A})^2$			Σ
			1	2	3	
0%	-3,56	12,642	4,000	0,000	4,000	8,000
10%80	0,78	0,605	0,111	0,111	0,444	0,667
20%80	2,78	7,716	0,111	7,111	5,444	12,667

Tabel 4.6. Perhitungan uji hipotesa kuat tekan penambahan zeolit no.200

Variasi	Sampel			ΣA_i	\bar{A}_j	\bar{A}
	1	2	3			
0%	27	25	23	75	25,000	31,22
10%200	34	35	32	101	33,667	
20%200	36	33	36	105	35,000	

Variasi	$\bar{A}_j - \bar{A}$	$(\bar{A}_j - \bar{A})^2$	$(\bar{A}_i - \bar{A})^2$			Σ
			1	2	3	
0%	-6,22	38,716	4,000	0,000	4,000	8,000
10%200	2,44	5,975	0,111	1,778	2,778	4,667
20%200	3,78	14,272	1,000	4,000	1,000	6,000

Berdasarkan tabel di atas maka didapatkan jumlah kuadrat deviasi sebagai berikut :

$$\text{Untuk : Penambahan Zeolit no.80} \rightarrow S_x^2 = \frac{\sum(\bar{A}_j - \bar{A})^2}{k-1} = \frac{20,963}{3-1} = 10,481$$

$$\text{Penambahan Zeolit no.200} \rightarrow S_x^2 = \frac{\sum(\bar{A}_j - \bar{A})^2}{k-1} = \frac{58,963}{3-1} = 29,481$$

Setelah didapatkan kuadrat standart deviasi maka didapatkan *varian between mean* sebagai berikut :

$$\text{Penambahan Zeolit no.80} \rightarrow \sigma_m = S_x^2 \times n = 10,481 \times 3 = 31,444$$

$$\text{Penambahan Zeolit no.200} \rightarrow \sigma_m = S_x^2 \times n = 29,481 \times 3 = 88,444$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *varian between group* sebagai berikut :

$$\text{Penambahan Zeolit no.80} \rightarrow \sigma_g = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{A}_{ij} - \bar{A})^2}{k \times (n-1)} = \frac{21,333}{3 \times (3-1)} = 3,556$$

$$\text{Penambahan Zeolit no.200} \rightarrow \sigma_g = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{A}_{ij} - \bar{A})^2}{k \times (n-1)} = \frac{18,667}{3 \times (3-1)} = 3,111$$

Didapatkan F hitung dengan rumus :

$$\text{Penambahan Zeolit no.80} \rightarrow F \text{ hitung} = \frac{\sigma_m}{\sigma_g} = \frac{31,444}{3,556} = 8,844$$

$$\text{Penambahan Zeolit no.200} \rightarrow F \text{ hitung} = \frac{\sigma_m}{\sigma_g} = \frac{88,444}{3,111} = 28,428$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa :

$$F \text{ hitung Penambahan Zeolit no.80} > F \text{ tabel}$$

$$8,844 > 5,14$$

$$F \text{ hitung Penambahan Zeolit no.200} > F \text{ tabel}$$

$$28,428 > 5,14$$

\therefore menolak H_{0A} dan menerima H_{1A} . Terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

4.4.1.2. Uji Hipotesa Terhadap Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Zeolit

Hipotesis pada pengujian ini adalah :

H_{0B} : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh dari perbedaan ukuran butir penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan

H_{1B} : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari perbedaan ukuran butir penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

Menggunakan distribusi nol dengan data sebagai berikut :

- Tingkat signifikansi (α) = 5%
- Jumlah variasi (k) = 3 variasi
- Jumlah sampel (n) = 3 sampel

Dicari F tabel berdasarkan :

$$V1 = k-1 = 3-1 = 2$$

$$V2 = k \times (n-1) = 3 \times (3-1) = 6$$

Maka didapatkan F tabel = 5,14

Tabel 4.7. Perhitungan uji hipotesa kuat tekan prosentase 10%

Variasi	Sampel			ΣA_i	\bar{A}_j	\bar{A}
	1	2	3			
0%	27	25	23	75	25,000	29,33
10%80	29	29	30	88	29,333	
10%200	34	35	32	101	33,667	

Variasi	$\bar{A}_j - \bar{A}$	$(\bar{A}_j - \bar{A})^2$	$(\bar{A}_i - \bar{A})^2$			Σ
			1	2	3	
0%	-4,33	18,778	4,000	0,000	4,000	8,000
10%80	0,00	0,000	0,111	0,111	0,444	0,667
10%200	4,33	18,778	0,111	1,778	2,778	4,667

Tabel 4.8. Perhitungan uji hipotesa kuat tekan prosentase 20%

Variasi	Sampel			ΣA_i	\bar{A}_j	\bar{A}
	1	2	3			
0%	27	25	23	75	25,000	30,44
20%80	31	34	29	94	31,333	
20%200	36	33	36	105	35,000	

Variasi	$\bar{A}_j - \bar{A}$	$(\bar{A}_j - \bar{A})^2$	$(\bar{A}_i - \bar{A}_j)^2$			Σ
			1	2	3	
0%	-4,33	18,778	4,000	0,000	4,000	8,000
10%80	0,00	0,000	0,100	0,134	2,454	2,689
10%200	4,33	18,778	3,738	4,988	1,868	10,593

Berdasarkan tabel di atas maka didapatkan jumlah kuadrat deviasi sebagai berikut :

$$\text{Untuk : Penambahan Prosentase 10\%} \rightarrow S_x^2 = \frac{\Sigma(\bar{A}_j - \bar{A})^2}{k-1} = \frac{37,556}{3-1} = 18,778$$

$$\text{Penambahan Prosentase 20\%} \rightarrow S_x^2 = \frac{\Sigma(\bar{A}_j - \bar{A})^2}{k-1} = \frac{51,185}{3-1} = 25,592$$

Setelah didapatkan kuadrat standart deviasi maka didapatkan *varian between mean* sebagai berikut :

$$\text{Penambahan Prosentase 10\%} \rightarrow \sigma_m = S_x^2 \times n = 18,778 \times 3 = 56,333$$

$$\text{Penambahan Prosentase 20\%} \rightarrow \sigma_m = S_x^2 \times n = 25,592 \times 3 = 76,778$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan *varian between group* sebagai berikut :

$$\text{Penambahan Prosentase 10\%} \rightarrow \sigma_g = \frac{\Sigma_{i=1}^n \Sigma_{j=1}^k (\bar{A}_{ij} - \bar{A})^2}{k \times (n-1)} = \frac{21,283}{3 \times (3-1)} = 3,547$$

$$\text{Penambahan Prosentase 20\%} \rightarrow \sigma_g = \frac{\Sigma_{i=1}^n \Sigma_{j=1}^k (\bar{A}_{ij} - \bar{A})^2}{k \times (n-1)} = \frac{26,667}{3 \times (3-1)} = 4,444$$

Didapatkan F hitung dengan rumus :

$$\text{Penambahan Prosentase 10\%} \rightarrow F \text{ hitung} = \frac{\sigma_m}{\sigma_g} = \frac{56,333}{3,547} = 15,882$$

$$\text{Penambahan Prosentase 20\%} \rightarrow F \text{ hitung} = \frac{\sigma_m}{\sigma_g} = \frac{76,778}{4,444} = 17,275$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa :

$$F \text{ hitung Prosentase 10\%} > F \text{ tabel}$$

$$15,882 > 5,14$$

$$F \text{ hitung Prosentase 20\%} > F \text{ tabel}$$

$$17,275 > 5,14$$

∴ menolak H_{0B} dan menerima H_{1B} . Terdapat pengaruh dari perbedaan ukuran butir penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan.

4.4.2. Analisis Regresi

Analisa regresi digunakan untuk mencari persamaan korelasi antara tegangan dan regangan. Tegangan dan regangan didapat dari hasil penelitian yang sudah dilakukan. Dengan menggunakan analisa persamaan regresi, akan dihasilkan grafik korelasi antara tegangan dan regangan yang lebih tepat.

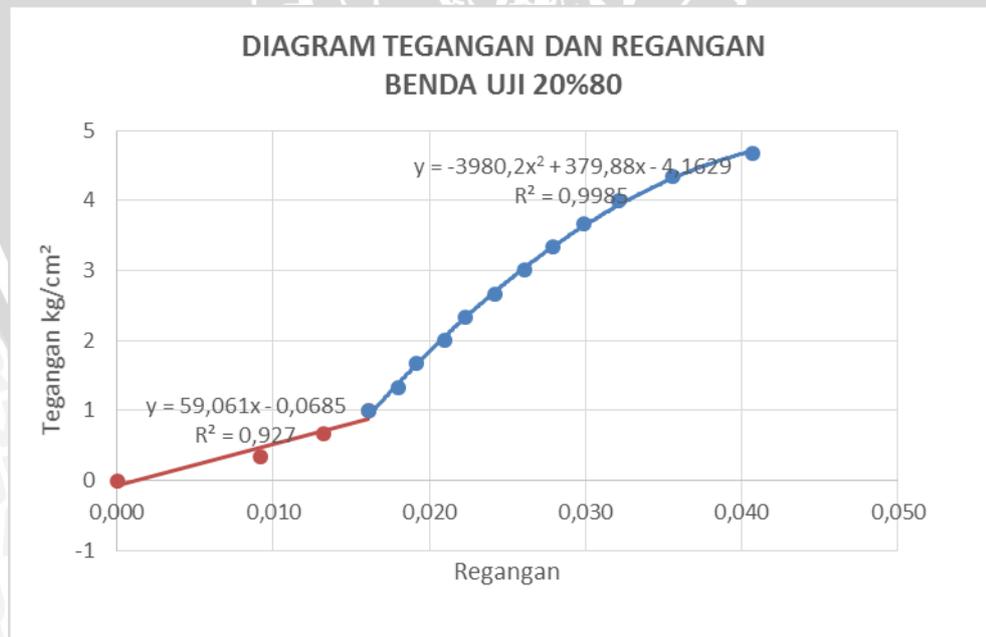
Hasil dari regresi tiap variasi benda uji adalah sebagai berikut :



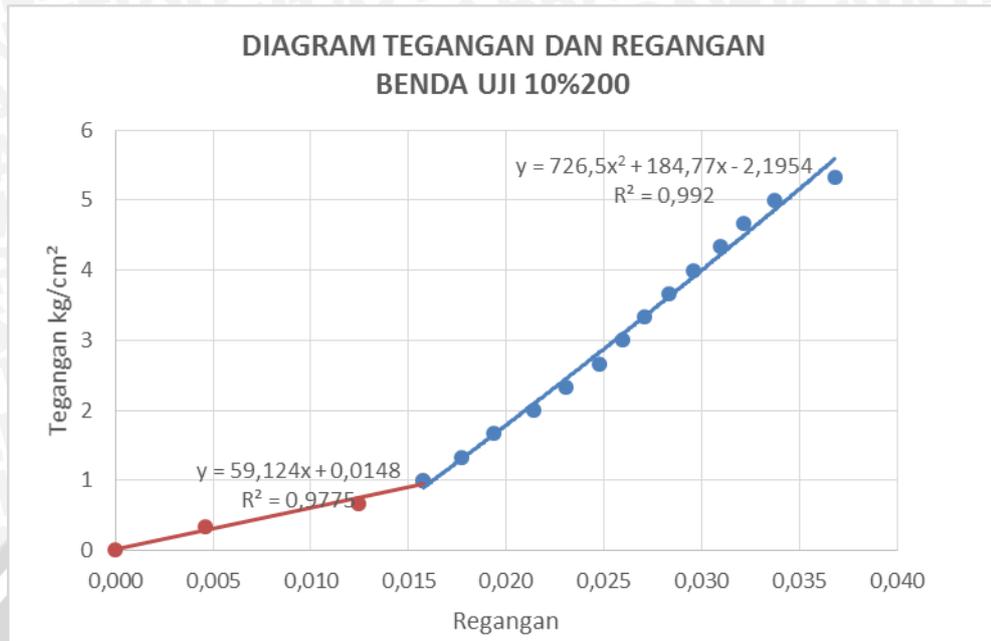
Gambar 4.3. Diagram tegangan-regangan benda uji normal



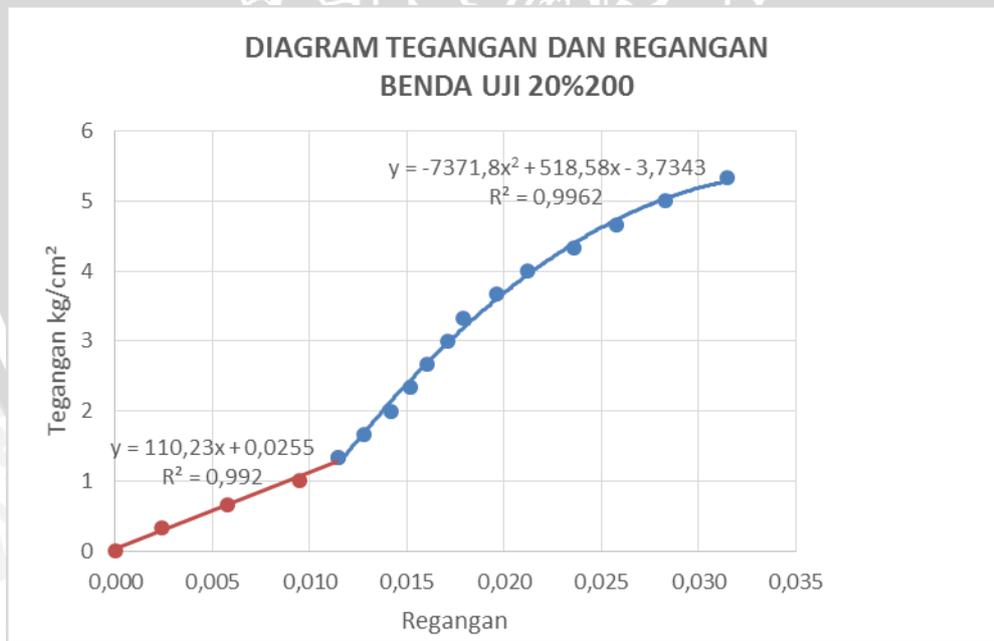
Gambar 4.4. Diagram tegangan-regangan benda uji 10%80



Gambar 4.5. Diagram tegangan-regangan benda uji 20%80



Gambar 4.6. Diagram tegangan-regangan benda uji 10%200



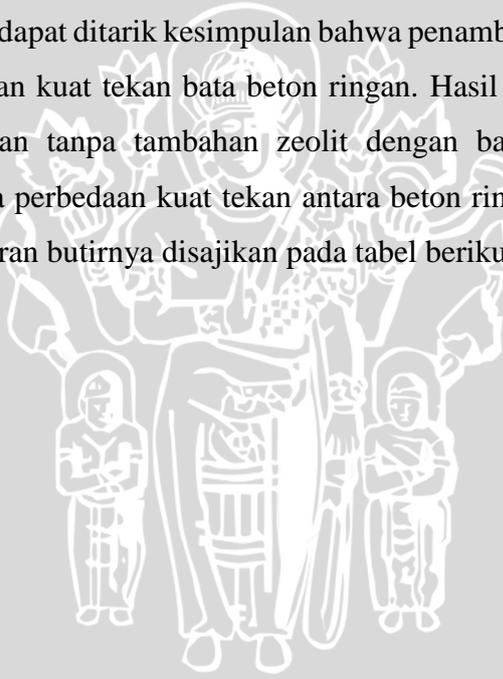
Gambar 4.7. Diagram tegangan-regangan benda uji 20%200

4.5. Perbandingan Kuat Tekan

Dalam penelitian ini terdapat peningkatan kekuatan tekan dari bata beton ringan akibat penambahan zeolit sebesar 10% dan 20%. Selain itu, terdapat pula pengaruh perbedaan ukuran butir zeolit yang ditambahkan terhadap kuat tekan bata beton ringan.

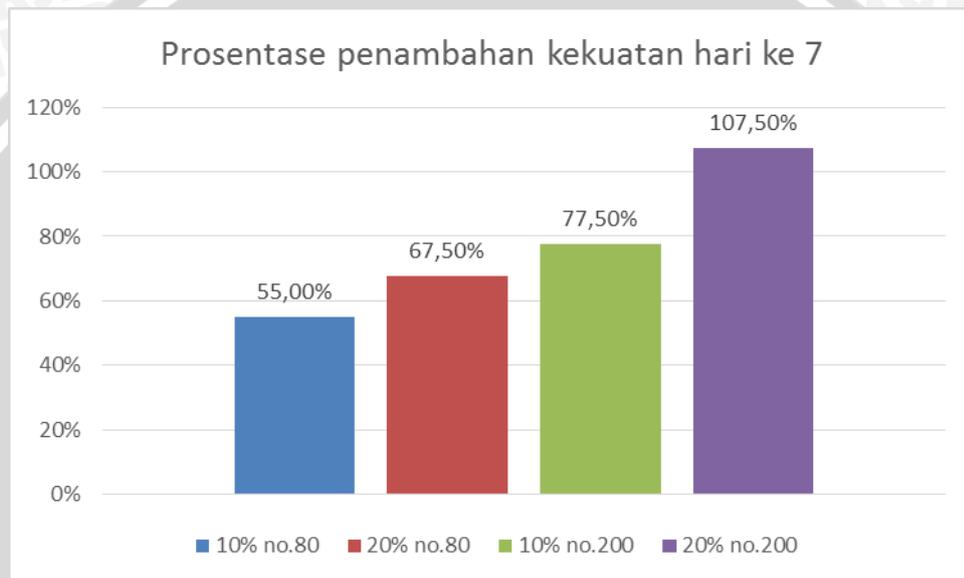
Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan pada tiap penambahan prosentase zeolit terhadap kuat tekan benda uji normal. Selain itu, benda uji dengan penambahan zeolit dengan ukuran butir lebih kecil (no.200) memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan benda uji normal maupun benda uji dengan penambahan zeolit yang memiliki ukuran butir lebih besar.

Pada penambahan zeolit dengan ukuran butir no.200 sebanyak 20% terjadi peningkatan kuat tekan yang cukup tinggi hingga mencapai 40% terhadap kuat tekan benda uji normal. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan mineral alami zeolit alam dapat meningkatkan kuat tekan bata beton ringan. Hasil perbandingan kuat tekan antara bata beton ringan tanpa tambahan zeolit dengan bata beton ringan dengan penambahan zeolit serta perbedaan kuat tekan antara beton ringan dengan penambahan zeolit yang berbeda ukuran butirnya disajikan pada tabel berikut.



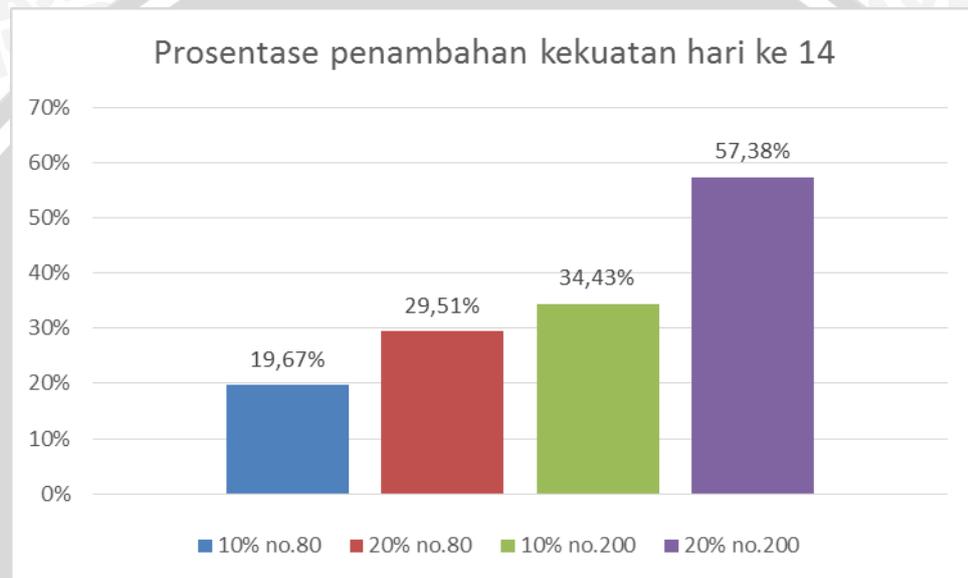
Tabel 4.9. Perbandingan kuat tekan benda uji hari ke 7

Variasi Penambahan Zeolit	Kuat Tekan (kN)	Selisih Kuat Tekan		Keterangan
		kN	%	
0%	13,33	-	-	-
10% no.80	20,67	7,33	55,00%	Peningkatan Kekuatan
20% no.80	22,33	9,00	67,50%	Peningkatan Kekuatan
10% no.200	23,67	10,33	77,50%	Peningkatan Kekuatan
20% no.200	27,67	14,33	107,50%	Peningkatan Kekuatan

**Gambar 4.8.** Diagram prosentase perbedaan kuat tekan benda uji terhadap benda uji normal hari ke 7

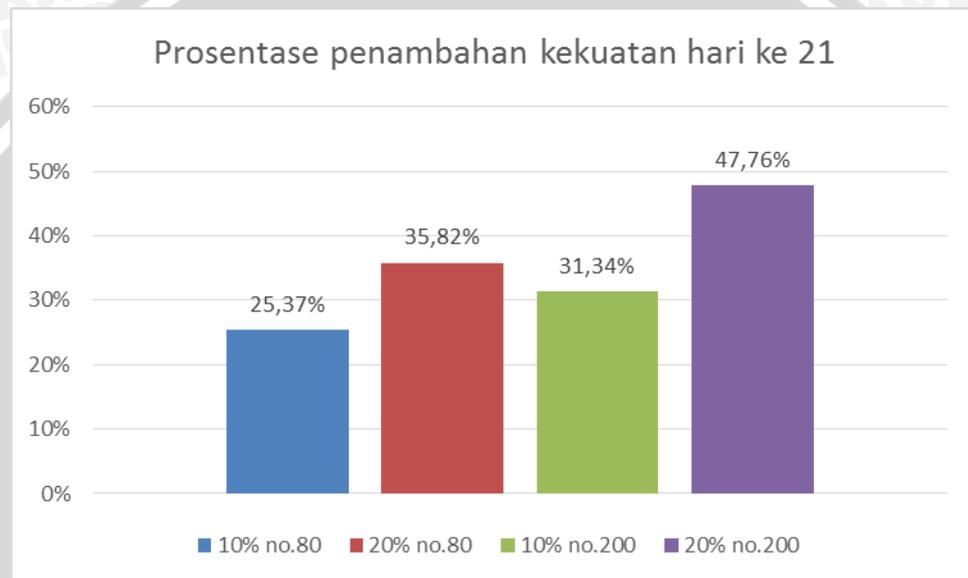
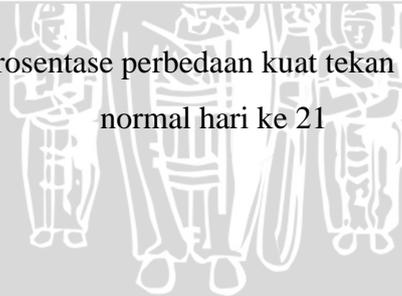
Tabel 4.10. Perbandingan kuat tekan benda uji hari ke 14

Variasi Penambahan Zeolit	Kuat Tekan (kN)	Selisih Kuat Tekan		Keterangan
		kN	%	
0%	20,33	-	-	-
10% no.80	24,33	4,00	19,67%	Peningkatan Kekuatan
20% no.80	26,33	6,00	29,51%	Peningkatan Kekuatan
10% no.200	27,33	7,00	34,43%	Peningkatan Kekuatan
20% no.200	32,00	11,67	57,38%	Peningkatan Kekuatan

**Gambar 4.9.** Diagram prosentase perbedaan kuat tekan benda uji terhadap benda uji normal hari ke 14

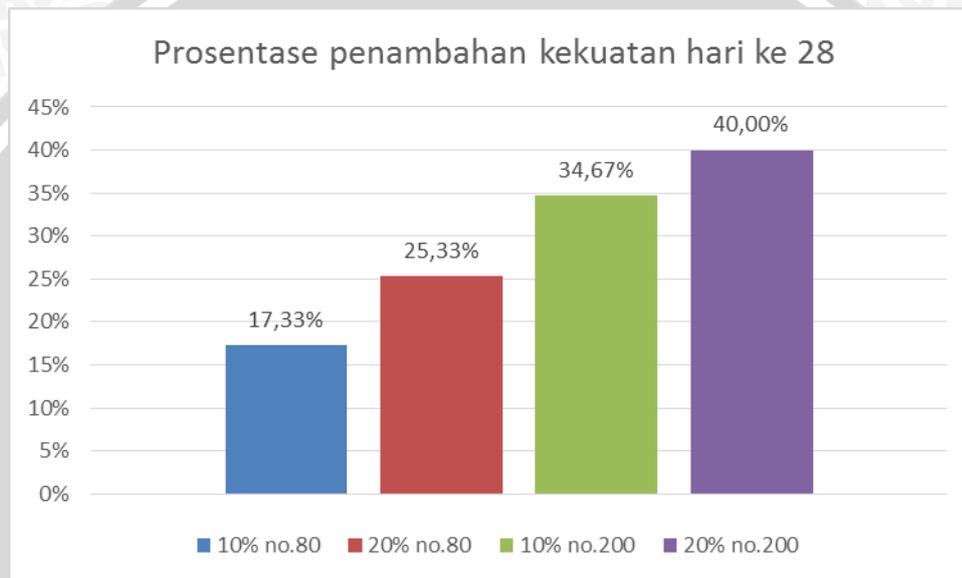
Tabel 4.11. Perbandingan kuat tekan benda uji hari ke 21

Variasi Penambahan Zeolit	Kuat Tekan (kN)	Selisih Kuat Tekan		Keterangan
		kN	%	
0%	22,33	-	-	-
10% no.80	28,00	5,67	25,37%	Peningkatan Kekuatan
20% no.80	30,33	8,00	35,82%	Peningkatan Kekuatan
10% no.200	29,33	7,00	31,34%	Peningkatan Kekuatan
20% no.200	33,00	10,67	47,76%	Peningkatan Kekuatan

**Gambar 4.10.** Diagram prosentase perbedaan kuat tekan benda uji terhadap benda uji normal hari ke 21

Tabel 4.12. Perbandingan kuat tekan benda uji hari ke 28

Variasi Penambahan Zeolit	Kuat Tekan (kN)	Selisih Kuat Tekan		Keterangan
		kN	%	
0%	25,00	-	-	-
10% no.80	29,33	4,33	17,33%	Peningkatan Kekuatan
20% no.80	31,33	6,33	25,33%	Peningkatan Kekuatan
10% no.200	33,67	8,67	34,67%	Peningkatan Kekuatan
20% no.200	35,00	10,00	40,00%	Peningkatan Kekuatan

**Gambar 4.11.** Diagram prosentase perbedaan kuat tekan benda uji terhadap benda uji normal hari ke 28

Dari data di atas dapat dilihat bahwa rata-rata proses peningkatan benda uji berbeda untuk tiap variasinya. Seluruh variasi benda uji mengalami peningkatan kekuatan seiring bertambahnya umur benda uji hingga 28 hari. Dapat diperhatikan pula bahwa nilai penambahan prosentase zeolit juga mempengaruhi nilai kuat tekannya. Semakin besar jumlah penambahan zeolit maka akan semakin besar pula nilai kuat tekannya. Akan tetapi hal tersebut tidak dapat digeneralisasikan untuk penambahan lebih dari 20% karena belum diteliti mengenai nilai optimum penambahan zeolit terhadap kuat tekan bata beton ringan. Selain itu ukuran butir zeolit juga mempengaruhi nilai kuat tekan bata beton ringan. Terbukti bahwa semakin kecil ukuran butir zeolit yang ditambahkan maka semakin besar nilai kuat tekan bata beton ringan.

4.6. Pembahasan

4.6.1. Kuat Tekan

Cara pengujian kuat tekan pada bata beton ringan pada saat ini masih belum banyak terdapat dalam peraturan, tetapi pengujian bata beton ringan ini didasarkan pada SNI-03-0349-1989 mengenai Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. Benda uji di tekan searah dengan arah pembebanannya pada kondisi lapangan untuk mengetahui besaran kuat tekan yang mampu ditahannya apabila telah di aplikasikan pada proses sebenarnya. Untuk menyesuaikan dengan alat tekan yang digunakan, benda uji dilapisi dengan baja setebal ± 1 cm pada bagian atas dan bawahnya agar tekanan yang dihasilkan oleh alat tekan dapat tersalurkan secara merata pada seluruh permukaan benda uji.

Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan terhadap kuat tekan pada bata beton ringan dengan penambahan zeolit, terlihat bahwa terdapat peningkatan kuat tekan seiring dengan ditambahnya prosentase penambahan zeolit ke dalam bata beton ringan. Semakin banyak zeolit ditambahkan maka nilai kuat tekan akan cenderung lebih tinggi. Belum diketahui sampai seberapa besar zeolit dapat ditambahkan ke dalam campuran bata beton ringan karena dalam penelitian ini nilai optimum penambahan zeolit belumlah tercapai.

Perbedaan ukuran butir penambahan zeolit juga memiliki pengaruh yang cukup penting dalam hal penambahan kekuatan bata beton ringan. Benda uji yang ditambah dengan zeolit yang memiliki ukuran butiran lebih halus memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan benda uji normal maupun dengan benda uji yang ditambah dengan zeolit yang berukuran lebih besar. Hal ini disebabkan karena zeolit yang memiliki ukuran lebih kecil, dengan sifat sifatnya yang kaya akan kandungan silika sehingga menyebabkan butirannya sangat keras, lebih mampu mengisi celah celah kosong yang terdapat di dalam bata beton ringan karena ukurannya yang kecil dibandingkan dengan zeolit yang sama dengan ukuran lebih besar. Bata beton ringan memiliki tegangan 4,167 kg/cm², 4,889 kg/cm², 5,222 kg/cm², 5,611 kg/cm², dan 5,833 kg/cm² berturut turut dari penambahan zeolit sebesar 0%, 10%no.80, 20%no.80, 10%no.200, dan 20% no.200.

Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan tentang penambahan nilai kuat tekan terhadap prosentase penambahan zeolit, masih belum didapatkan nilai optimum penambahan zeolit dalam penelitian ini. Hal ini dapat dilihat dari nilai kuat tekan bata

beton ringan dari prosentase 0-20% penambahan zeolit masih terus meningkat seiring bertambahnya zeolit. Oleh karena itu prosentase penambahan zeolit ke dalam campuran bata beton ringan masih dapat dilanjutkan lagi hingga lebih besar dari 20% sampai mendapatkan nilai optimumnya.

Hasil dari penelitian ini adalah penambahan zeolit pada bata beton ringan dapat meningkatkan kuat tekan dari bata beton ringan. Hal tersebut karena zeolit mengandung silika sebesar 61,13% yang butirannya sangat keras sehingga dapat meningkatkan kekuatan bata beton ringan. Semakin halus ukuran butir zeolit maka nilai kuat tekan dari bata beton ringan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan dengan ukuran butir yang kecil, zeolit akan lebih dapat mengisi celah celah yang kosong yang terdapat didalam bata beton ringan.

4.6.2. Tegangan – Regangan

Diagram tegangan regangan bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dan jenis perilaku dari bata beton ringan. Melalui pengujian hipotesis kuat tekan yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari prosentase penambahan zeolit terhadap parameter kuat tekan bata beton ringan, maka hal tersebut juga mempengaruhi tegangan dan regangan yang terjadi pada benda uji. Semakin besar kuat tekan yang terjadi maka semakin besar pula nilai regangannya. Akan tetapi besar regangan yang terjadi tidak semata mata hanya bergantung pada kuat tekannya. Untuk regangan yang terjadi pada bata beton ringan dengan penambahan zeolit cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan benda uji normal. Akan tetapi perbedaan regangan antara masing masing variasi tidaklah begitu berarti karena selisihnya yang tidak terlalu signifikan.

Berdasarkan diagram tegangan-regangan yang dihasilkan dan dapat dilihat pada gambar 4.2 terlihat bahwa terdapat perbedaan kelandaian dari kurva tegangan regangan yang ada. Benda uji dengan penambahan 20% zeolit no.200 memiliki kelandaian yang cukup curam. Hal ini mengindikasikan bahwa benda uji tersebut memiliki kekuatan yang cukup tinggi akan tetapi lebih getas (kaku) jika dibandingkan dengan benda uji lainnya. Berbeda dengan benda uji lainnya yang memiliki grafik lebih landai yang mengindikasikan bahwa benda uji tersebut lebih plastis walaupun memiliki kekuatan yang lebih kecil.

Kemiringan dari kurva tegangan regangan di wilayah deformasi elastis didefinisikan sebagai modulus elastisitas yang merupakan angka yang digunakan untuk mengukur ketahanan bahan untuk mengalami deformasi ketika gaya diterapkan pada benda tersebut. Bahan kaku akan memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi. Penambahan zeolit terhadap bata beton ringan mengakibatkan bata beton ringan tersebut bersifat lebih kaku jika dibandingkan dengan bata beton ringan tanpa penambahan zeolit alam. Hal ini terjadi karena zeolit mengisi sebagian besar rongga rongga kecil yang terdapat di dalam bata beton ringan sehingga pada saat bata beton ringan dibebani maka regangan yang terjadi akan semakin kecil saat menerima beban. Hal tersebut akan mengakibatkan benda uji dapat menahan beban yang besar dengan regangan yang kecil sehingga grafik tegangan-regangannya menjadi lebih tegak. Oleh karena itu bata beton ringan dengan penambahan zeolit akan hancur terlebih dahulu saat regangan yang dimilikinya bernilai relatif kecil dibanding bata beton ringan tanpa penambahan zeolit (lebih getas) tetapi beban yang mampu diterima lebih besar. Perbandingan modulus elastisitas benda uji pada usia 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.13. Modulus elastisitas benda uji hari ke 28

Variasi	Tegangan (kg/cm ²)	Regangan	Modulus Elastisitas
0%	1	0,02342	42,704626
10%80	0,6666667	0,01105	60,331825
20%80	1	0,01608	62,176166
10%200	1	0,01575	63,492063
20%200	1,3333333	0,01148	116,19463

Nilai modulus elastisitas didapatkan dari hasil bagi tegangan suatu bahan dibagi dengan regangannya pada saat kondisi elastis.

