

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN DAN TEGANGAN-REGANGAN
BATA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN MINERAL ALAMI ZEOLIT
ALAM TERTAHAH SARINGAN NO.80 (0,180mm) DAN TERTAHAH SARINGAN
N0.200 (0,075mm)**

JURNAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

WILLY ARYANSAH PRATAMA PUTRA

115060100111002

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

PERBANDINGAN KUAT TEKAN DAN TEGANGAN-REGANGAN BATA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN MINERAL ALAMI ZEOLIT ALAM TERTAHAN SARINGAN NO.80 (0,180mm) DAN TERTAHAN SARINGAN NO.200 (0,075mm)

Willy Aryansah Pratama Putra, Retno Anggraini, Ristinah Syamsudin

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: willyaryansah@yahoo.com

ABSTRAK

Inovasi pembuatan bata beton ringan dengan menambahkan mineral tertentu ke dalam campuran bata beton ringan perlu dilakukan. Zeolit adalah salah satu mineral yang mengandung banyak alumina silika (SiO_2) didalamnya. SiO_2 akan mengisi rongga-rongga yang masih ada di dalam campuran beton yang tidak dapat diisi oleh semen biasa sehingga penambahan zeolit diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan dari bata beton ringan. Benda uji dibuat dengan menambahkan 0%, 10%, dan 20% zeolit dari berat semen ke dalam bata beton ringan dengan variasi ukuran butir zeolit yang digunakan adalah zeolit tertahan saringan no.80 dan zeolit tertahan saringan no.200. Terdapat 3 buah sampel untuk tiap variasi dengan ukuran benda uji 60 x 20 x 10 cm. Benda uji diuji tekan pada hari ke 7, 14, 21, dan 28 hari, selanjutnya dilakukan uji anova 1 arah terhadap data yang diperoleh. Hasil penelitian yang didapatkan adalah terdapat peningkatan nilai kuat tekan pada bata beton ringan dengan penambahan zeolit. Bata beton ringan dengan penambahan 20% zeolit no 80 memiliki kekuatan 40% lebih besar daripada bata beton ringan normal. Semakin besar jumlah zeolit yang ditambahkan maka grafik tegangan-regangan yang terjadi akan semakin tegak. Hal ini mengindikasikan bahwa bata beton ringan dengan zeolit yang lebih banyak akan bersifat lebih getas. Jumlah silika yang cukup banyak di dalam zeolit merupakan salah satu penyebab meningkatnya kuat tekan bata ringan karena silika mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Semakin kecil ukuran butir zeolit yang ditambahkan maka semakin banyak celah kecil yang ada di dalam bata beton ringan yang dapat diisi sehingga kepadatan dan kuat tekan bata beton ringan semakin meningkat.

Kata Kunci : bata beton ringan, zeolit, kuat tekan, tegangan-regangan

1. Pendahuluan

Penggunaan bata beton ringan sebagai bahan penyusun dinding saat ini mulai banyak digunakan. Pada umumnya bata yang digunakan dalam proses konstruksi adalah bata merah yang dibuat dari tanah liat. Dalam pembuatan bata merah, diperlukan suatu proses pembakaran agar bata tersebut menjadi keras dan padat. Proses pembakaran tersebut menimbulkan asap yang dapat merusak lapisan ozon dari bumi kita dan juga menimbulkan polusi udara bagi daerah di sekitar lokasi pembakaran. Hal tersebut tentu tidak sejalan dengan kondisi saat ini yang mengedepankan konsep *green construction*.

Untuk mendapatkan bata beton ringan yang lebih baik karakteristiknya perlu dilakukan inovasi dengan menambahkan mineral tertentu ke dalam

campuran bata beton ringan tersebut. Dalam riset-riset yang dilakukan oleh para kimiawan Zeolit telah lama menjadi pusat perhatian. Berbagai jurnal penelitian telah diterbitkan di seluruh dunia pada setiap tahun. Jurnal-jurnal tersebut memuat berbagai pemanfaatan zeolit dalam berbagai aspek terutama yang berkaitan dengan aspek peningkatan efektivitas dan efisiensi proses industri.

Zeolit adalah salah satu material yang dirasa tepat untuk digunakan sebagai bahan tambah pada bata ringan karena mengandung banyak alumina silika (SiO_2) didalamnya. Dalam hal ini SiO_2 akan mengisi celah-celah lemah yang masih terdapat di antara agregat pada campuran klasik yang tidak dapat teratasi oleh pasta semen biasa sehingga penambahan zeolit diharapkan mampu

meningkatkan kuat tekan dari bata beton ringan tersebut.

2. Bahan dan Metode

Bata beton ringan merupakan bata yang memiliki berat yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan batu bata pada umumnya. Bata beton ringan diciptakan dengan tujuan untuk memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding. Menurut SNI 03-3449-1994 beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³. Akibat dari berat yang cukup ringan tersebut, maka bata jenis ini saat ini mulai banyak digunakan dalam pembangunan konstruksi gedung bertingkat dan konstruksi bangunan tahan gempa sebab dalam perhitungan gempa menurut SNI-1726-2002 besarnya beban gempa antara lain tergantung dari berat bangunan, jenis tanah, dan lokasi bangunan.

2.1 Bahan Penyusun Bata Beton Ringan

Tidak seperti bata biasa, berat bata beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat bata beton ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Bata beton ringan dibuat dengan cara mencampurkan berbagai bahan seperti pasir, semen, *foaming agent*, dan air. Bata beton ringan dikenal ada 2 (dua) jenis: *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Keduanya didasarkan pada gagasan yang sama yaitu menambahkan gelembung udara ke dalam mortar akan mengurangi berat beton yang dihasilkan secara drastis. Perbedaan bata beton ringan AAC dengan CLC dari segi proses

pengeringan yaitu AAC mengalami pengeringan dalam oven autoklaf bertekanan tinggi sedangkan bata beton ringan jenis CLC yang mengalami proses pengeringan alami. CLC sering disebut juga sebagai *Non-Autoclaved Aerated Concrete (NAAC)*.

a. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen yang digunakan adalah semen portland pozzolan yang berbentuk serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan silika. Penambahan air pada mineral ini akan menghasilkan suatu pasta yang apabila mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). (Mulyono, 2005)

b. Pasir

Pasir adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 sampai 5 mm, berkisar dari pasir kasar (3 mm sampai 5 mm) dan pasir halus (< 1 mm). (Nurlina, 2008)

Pasir (*sand*) adalah suatu bahan bangunan yang diperoleh dari hasil penggalian lapisan tanah pembentuk kerak bumi (*soil*) yang berbentuk butiran, bersifat lepas tidak tersementasi, bersifat tidak kohesif (tidak saling berikatan) dan merupakan hasil letusan gunung berapi atau pelapukan dari batuan yang telah ada akibat pengaruh cuaca. (Suseno, 2010)

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir lumajang yang berasal dari daerah Lumajang, Jawa

Timur yang termasuk dalam zona 3 gradasi agregat halus.

c. Air

Dalam pembuatan beton, air diperlukan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Sesuai dengan SNI 03-6817-2002 mengenai air yang dapat digunakan dalam beton, maka air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut :

- Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan
- Air pencampur yang digunakan tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan
- Air yang tidak dapat diminum, tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari campuran yang sama
 - Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

d. Zeolit

Mineral zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali. Sebagian besar zeolit yang ditemukan di Indonesia tersusun oleh mineral klinoptilolit, mordenit atau campuran keduanya dan terkadang mengandung sedikit mineral heulandit.

Zeolit alam merupakan senyawa alumina silikat terhidrasi yang secara kimia dan fisik memiliki kemampuan sebagai penyerap (*adsorpsi*), penukar kation dan juga sebagai katalis. Zeolit adalah salah satu mineral yang mengandung banyak alumina silika (SiO_2) didalamnya. SiO_2 akan mengisi celah-celah lemah yang masih terdapat di antara agregat pada campuran klasik yang tidak dapat teratasi oleh pasta semen biasa.

Zeolit sendiri dapat dikatakan sebagai suatu bahan tambah yang bersifat mineral. Zeolit ditambahkan ke dalam campuran bata beton ringan karena memiliki kekerasan butiran yang cukup tinggi dan juga ukuran butiran yang halus sehingga mampu mengisi rongga-rongga yang masih terdapat diantara agregat yang ukurannya lebih besar. Selain itu, zeolit juga memiliki sifat absorpsi air yang baik sehingga apabila ditambahkan ke dalam campuran, maka proses dehidrasi dari bata beton ringan sendiri dapat ditahan agar tidak terlalu cepat.

Zeolit yang digunakan diambil dari daerah Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Dari hasil percobaan pendahuluan ini didapat penyerapan air zeolit sebesar 3,58%, berat isi zeolit sebesar $1446,95 \text{ kg/m}^3$ dan zeolit yang digunakan termasuk dalam zona 3 gradasi agregat halus.

2.2 Komposisi 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.

Tabel 2.1. Komposisi pembuatan benda uji tiap variasi per m^3

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 Fas Normal	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)

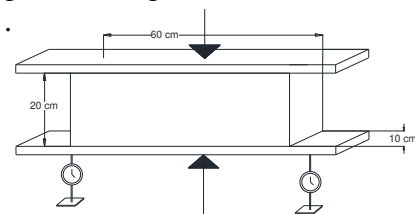
Setelah desain komposisi tiap variasi benda uji ditentukan, maka benda uji dapat mulai dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut :

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.

2.3 Pengujian 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 akan didasarkan pada SNI-03-0349-

1989 mengenai Bata Beton Untuk Pasangan Dinding.



Gambar 2.1. Skema pengujian kuat tekan & tegangan regangan

Adapun langkah-langkah pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan benda uji, bata beton ringan yang digunakan berada dalam keadaan kering udara (sedikitnya telah berumur 3 hari).
- Bidang tekan benda uji diratakan sedemikian rupa sehingga terdapat bidang yang rata dan sejajar satu dengan lainnya.
- Arah tekanan pada benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban di dalam pemakaian
- Benda uji yang telah siap, ditentukan kuat tekannya dengan mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya.
- Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas tekan bruto, dinyatakan dalam kg/cm².

2.4 Uji Tegangan Regangan

Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian tegangan-regangan bata ringan:

- Benda uji yang telah melalui tahap perawatan diambil dari tempat perawatan.
- Benda uji masing-masing ditimbang dan dicatat
- Dilakukan *capping* untuk benda uji yang permukaannya tidak rata.
- Pada benda uji dipasang alat compressometer, demikian pula alat extensometer. Kedua alat ini harus sejajar dan tegak lurus dengan panjang benda uji, pastikan kedua alat ini memegang benda uji dengan kuat.
- Sebelum diuji batang penyangga alat tersebut dilepaskan terlebih dahulu.
- Dial pada compressometer dan extensometer diatur sedemikian rupa hingga menunjukkan angka 0 (nol).
- Lakukan penekanan dengan prosedur yang telah ditentukan.
- Beban pada alat mesin tekan dicatat setiap kenaikan $P = 2 \text{ KN}$ dan dihentikan saat mencapai beban maksimum (P_{\max}).
- Dari hasil uji tersebut dibuat grafik hubungan Tegangan (P) Regangan (ΔL).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Kuat Tekan

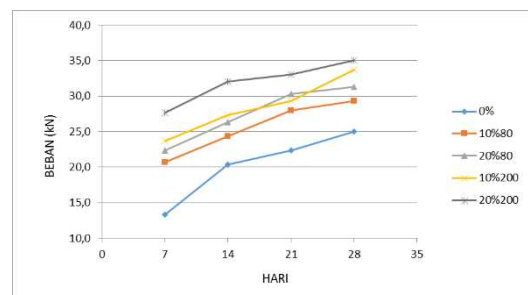
Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang dengan menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Machine*) pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 setelah pencetakan benda uji. Pengujian dilakukan dengan posisi benda uji yang diberikan tekanan adalah luas permukaan $60 \times 10 \text{ cm}$. 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 rata-rata benda uji sebagai berikut :

Tabel 3.1. Hasil kuat tekan rata-rata

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 3.1. Kuat tekan rata-rata

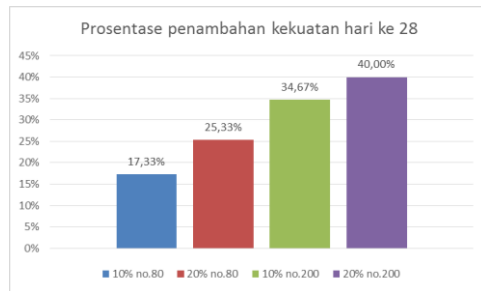
Dalam penelitian ini terdapat peningkatan kekuatan tekan dari bata beton ringan akibat penambahan zeolit sebesar 10% dan 20%. Selain itu, terdapat pula pengaruh perbedaan ukuran butir zeolit yang ditambahkan terhadap kuat tekan bata beton ringan.

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 3.2. 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 3.2. Prosentase penambahan kekuatan tekan benda uji

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). Dengan pengujian ANOVA 1 arah dengan tabel *Fisher*, didapatkan hasil analisa kuat tekan seperti di bawah ini :

a. 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.

Dari perhitungan ANOVA 1 arah dengan tabel *Fisher* didapatkan kesimpulan bahwa :

F hitung no.80 > F tabel

8,844 > 5.14

F hitung no.200 > F tabel

28,428 > 5.14

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

b. 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.

Dari perhitungan ANOVA 1 arah dengan tabel *Fisher* didapatkan kesimpulan bahwa :

F hitung 10% > F tabel

15,882 > 5.14

F hitung 20% > F 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.

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.

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.

3.2 Uji Tegangan Regangan

Pengujian tegangan-regangan berhubungan dengan pengujian kuat tekan. Nilai tegangan didapat dari rumus:

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

Keterangan :

f = Tegangan (kN/cm²)

P = Beban maksimum (kN)

A = Luas penampang (cm²)

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 :

$$Regangan (\varepsilon) = \frac{\delta}{L}$$

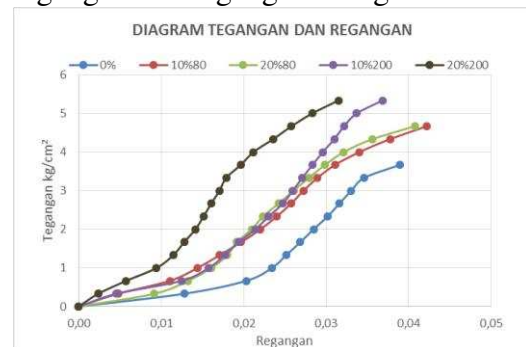
Keterangan :

ε = Regangan

δ = Perubahan Panjang (mm)

L = Panjang Awal Benda Uji (mm)

Setelah mengolah data yang didapatkan dari proses pengujian maka didapatkan suatu diagram antara tegangan dan regangan sebagai berikut :



Gambar 3.3. Diagram tegangan-regangan

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.

4. Penutup

Terdapat pengaruh dari kadar penambahan mineral zeolit terhadap kuat tekan bata beton ringan sesuai dengan uji statistik ANOVA satu arah. Dengan nilai kuat tekan umur 28 hari pada masing-masing variasi penambahan 0%, 10% no.80, 20% no.80, 10% no.200, dan 20% no.200 berturut-turut adalah 4,167 kg/cm², 4,889 kg/cm², 5,222 kg/cm², 5,611 kg/cm² dan 5,833 kg/cm². Pada usia 28 hari, bata beton ringan dengan penambahan 20% zeolit no.200 memiliki nilai kuat tekan 40% lebih besar dibandingkan dengan bata beton ringan tanpa penambahan zeolit.

Dengan adanya pengaruh dari kadar penambahan zeolit alam terhadap kuat tekan bata beton ringan, maka hal ini juga mempengaruhi besar tegangan-regangan bata beton ringan. Semakin besar kadar penambahan zeolit dan semakin kecil ukuran butir zeolit yang ditambahkan, maka grafik tegangan-regangan bata beton ringan akan semakin tegak yang mengindikasikan bahwa bata beton ringan tersebut semakin getas. Penambahan zeolit mampu memperkecil rongga rongga yang ada dalam bata beton ringan sehingga menyebabkan bata beton ringan semakin padat dan regangan yang terjadi semakin kecil.

Daftar Pustaka

- Mulyono. T. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Nurlina, S. 2008. *Teknologi Bahan*. Malang : BARGIE Media.
- SNI-03-1726-2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-3449-1994. *Tata cara pembuatan campuran dengan agregat ringan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Suseno. Hendro. 2010. *Bahan Bangunan*. Malang : BARGIE Media.