

PERBANDINGAN KUAT TEKAN DAN TEGANGAN-REGANGAN BATA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN MINERAL ALAMI ZEOLIT ALAM BERGRADASI TERTENTU DENGAN DAN TANPA PERAWATAN KHUSUS

Yetty Oktavianita, Ristinah Syamsudin, Achfas Zacoeb.
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang, Indonesia. 65145
E-mail: yettyoktavianita@gmail.com

ABSTRAK

Bata beton ringan merupakan salah satu bahan bangunan penyusun dinding yang semakin dibutuhkan di Indonesia. Untuk meningkatkan karakteristik bata beton ringan dalam hal ini kuat tekan dan tegangan-regangan, bata beton ringan diberikan bahan tambah berupa mineral alami zeolit alam. Zeolit memiliki sifat menahan air di dalam pori-porinya dan melepaskannya secara perlahan. Hal ini akan bermanfaat untuk proses pengerasan bata-beton ringan. Pengujian dilakukan pada enam variasi benda uji yaitu tiga variasi kadar penambahan zeolit dan dua variasi perlakuan selama proses perawatan. Variasi kadar penambahan zeolit adalah 0%, 10%, dan 20%. Sedangkan variasi perawatan adalah dengan perawatan (DP) dan tanpa perawatan (TP). Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan peraturan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Sedangkan deformasi dapat dilihat menggunakan *dial gauge*. Hasil uji tekan pada masing-masing variasi penambahan 0% DP, 0%TP, 10% DP, 10%TP, 20%DP, dan 20%TP di 28 hari berturut-turut adalah 4.06 kg/cm², 4.17 kg/cm², 3.39 kg/cm², 3.56 kg/cm², 5.78 kg/cm², dan 5.67 kg/cm². Pada penambahan 10% zeolit alam terjadi penurunan kuat tekan dikarenakan kadar *foaming agent* yang berlebihan. Sedangkan pada penambahan 20% zeolit alam terjadi peningkatan kuat tekan dari benda uji normal. Namun tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perbedaan perlakuan bata beton ringan selama proses perawatan terhadap kuat tekan bata beton ringan sesuai dengan uji statistik ANOVA 1 arah tabel *fisher*. Perbedaan perlakuan bata beton ringan mempengaruhi sifat fisik dari bata beton ringan normal di mana bata beton riingan yang tidak diberi perawatan lebih getas dibandingkan dengan yang diberi perawatan. Namun hal ini tidak berlaku untuk bata beton ringan dengan penambahan zeolit alam di mana regangan yang terjadi tidak berbeda jauh.

Kata kunci : bata beton ringan, perawatan, kuat tekan, tegangan-regangan, zeolit.

1. Pendahuluan

Seperti yang kita ketahui, Indonesia sebagai salah satu negara berkembang di Indonesia sedang melakukan berbagai pembangunan infrastruktur. Salah satunya adalah pembangunan gedung-gedung bertingkat. Seiring dengan banyaknya pembangunan gedung bertingkat maka kebutuhan bata sebagai penyusun dinding juga terus meningkat. Dalam hal ini, bata ringan kerap kali digunakan untuk bahan pengganti bata merah sebagai penyusun dinding. Bata ringan tersusun atas semen, pasir, air, serta "*foaming agent*". Yang dimaksud dengan "*foaming agent*" adalah zat yang mampu memperbesar volume bata

ringan tanpa menambahkan berat dari bata ringan itu sendiri.

Kelebihan bata beton ringan dibandingkan dengan bata merah dan batako adalah hemat biaya, hemat waktu, mudah dikerjakan, tahan panas, tahan rembesan, kedap suara, serta ringan sehingga tidak terlalu membebani struktur di bawahnya.

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan tentu memiliki sumber daya alam yang melimpah salah satunya di bidang pertambangan. Salah satu mineral yang melimpah di Indonesia yang masih belum dimanfaatkan secara intensif adalah zeolit alam. Zeolit alam adalah senyawa aluminosilikat yang memiliki sifat-sifat fisik yang

unik, di antaranya adalah dehidrasi, absorben, dan penyaring molekul. Salah satu sifat yang berperan penting dalam penelitian saya kali ini adalah absorben. Kemampuan zeolit untuk menahan air di dalam pori-porinya dan melepaskannya secara terkontrol akan sangat bermanfaat pada proses pengerasan bata beton ringan. Semakin lama proses pengerasan bata beton ringan, maka kekuatan yang dihasilkan akan semakin besar.

Di dalam bata beton ringan pastinya masih terdapat rongga yang kosong akibat adanya foaming agent. Di sinilah zeolit juga berfungsi, yaitu sebagai bahan tambah atau pengisi rongga- rongga kosong.

Pada penelitian ini, akan diketahui bagaimana pengaruh penambahan zeolit dengan gradasi tertentu sebagai bahan tambah pada karakteristik bata beton ringan selama proses pengerasan hingga 28 hari. Karakteristik bata beton ringan yang akan diuji adalah kuat tekan serta tegangan-regangan. Benda uji diperlakukan berbeda dimana sebagian benda uji diberi perawatan khusus (ditutup oleh karung goni basah) dan sebagian lainnya tidak diberi perawatan atau dibiarkan mengering alami.

2. Bahan dan Metode

Bata berpori atau biasa disebut bata beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara antara lain dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene/EPS* dan lain-lain), campuran antara semen, silika, pozzolan dan lain – lain yang dikenal dengan nama aerated concrete atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (dikenal dengan nama *foamed concrete* atau *cellular concrete*).

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.

2.1 Bahan bata beton ringan

a. Semen

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari bahan baku batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras pada pencampuran dengan air.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen PPC (*Portland Pozzolana Cement*) yang memenuhi standart :

- Indonesian Standard : SNI 15-0302-2004
- American Standard : ASTM C 595-08

Semen Portland Pozzolan adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen Portland dan Pozzolan halus. Semen ini diproduksi dengan mencampurkan klinker semen Portland dan pozzolan. Kadar dari pozzolan adalah 15 s.d 40% massa Semen Portland Pozzolan. (www.semenpadang.co.id)

b. Pasir

Pasir merupakan agregat halus yang lolos saringan no 4 (4,75mm). Pasir berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga kecil dari campuran beton ataupun material lainnya. Batu pasir tahan terhadap cuaca tapi mudah untuk dibentuk. Hal ini membuat jenis batuan ini merupakan bahan umum untuk bangunan dan jalan. Karena kekerasan dan kesamaan ukuran butirannya, batu pasir menjadi bahan yang sangat baik untuk dibuat menjadi batu asah (*grindstone*) yang digunakan untuk menajamkan pisau dan berbagai kegunaan lainnya. Pasir yang digunakan pada penelitian ini berasal dari

Lumajang, Jawa Timur dengan gradasi pada zona 3.

c. Air

Air diperlukan pada pembuatan bata berpori untuk memicu proses kimia semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan bata. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran bata. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran bata akan menurunkan kualitas bata, bahkan dapat mengubah sifat-sifat bata yang dihasilkan.

d. *Foaming agent*

Yang dimaksud dengan “*foaming agent*” adalah zat yang mampu memperbesar volume bata beton ringan tanpa menambahkan berat dari bata beton ringan itu sendiri. “*Foaming agent*” terdiri dari dua macam yaitu buatan dan alami. “*Foaming agent*” alami yang biasa digunakan adalah busa lerak, namun penelitian ini akan menggunakan “*Foaming agent*” buatan.

e. Zeolit alam

Mineral zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali. Zeolit ini merupakan kelompok mineral yang terdiri atas beberapa jenis mineral. Pada saat ini dikenal sekitar 40 jenis zeolit alam, meskipun yang mempunyai nilai komersial ada sekitar 12 jenis, diantaranya klinoptilolit, modernit, filipsit, kabsit dan erionit. Zeolit yang digunakan untuk penelitian ini adalah zeolit jenis modernit. Yang berasal dari Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang.

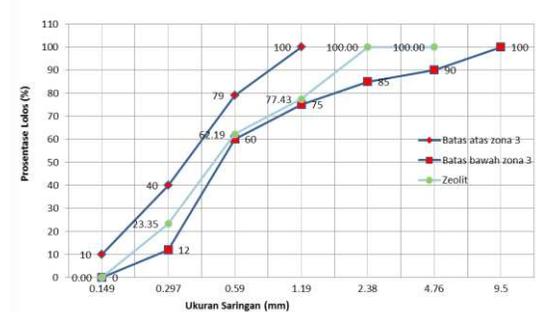
Penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap karena (Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara, 2006):

- zeolit bersifat selektif dan mempunyai kapasitas tukar kation cukup tinggi

- zeolit dapat memisahkan molekul - molekul berdasarkan ukuran dan bentuk struktur kristal zeolit

Jika beberapa molekul memasuki sistem pori zeolit salah satu molekul tersebut akan tertahan yang berdasarkan pada kepolaran atau efek interaksi molekul tersebut dengan zeolit. Zeolit yang terdehidrasi akan mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar.

Zeolit yang digunakan pada penelitian ini adalah zeolit dengan jenis modernit. Besar penyerapan pada zeolit ini adalah 3.58% dengan gradasi pada zona 3 agregat halus.



Gambar 2.1 Hasil analisa gradasi zeolit pada zona 3.

2.2 Komposisi campuran

Pembuatan benda uji untuk penelitian ini merupakan proses pencampuran bahan-bahan tersebut menjadi suatu adonan bahan pembuat bata beton ringan. Zeolit ditambahkan kedalam campuran setelah menakar dan menimbang persen (%) zeolit terhadap berat semen untuk satu benda uji. Bata beton ringan yang digunakan berukuran 60 × 20 × 10 cm Pembuatan benda uji dilakukan di pabrik pembuatan bata beton ringan PT Banon Con di Sidoarjo Jawa Timur. Dengan perbandingan bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Komposisi pembuatan benda uji tiap variasi

No	Bahan	Jumlah Per m ³			Satuan
		0%	+ 10%	+ 20%	
1	Semen	225			kg
2	Pasir	562.5			kg
3	Foaming Agent	0.8	0.8	0.8	liter
4	Zeolit	0	22.5	45	kg
5	Air Fas Normal	160			kg
	Air Untuk Zeolit	0	0.8	1.6	kg
	Air Total	160	160.8	161.6	kg

Sumber : Firmaninda W., 2013

*foaming agent yang diberikan 1.2 liter dikarenakan gangguan pada mesin foam generator.

2.3 Uji kuat tekan

Cara pengujian kuat tekan pada bata beton ringan ini masih belum banyak digunakan dalam peraturan tetapi pengujian bata beton ringan ini disamakan dengan metode pengujian kuat tekan untuk batako berdasarkan SNI-03-0348-1989-7.

Dari hasil uji dibuat grafik hubungan antara umur dan kuat tekan rata rata.

Tegangan biasanya disimbolkan dengan f , dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi dengan merata dalam satuan penampang dan disebutkan pengertian dari tegangan adalah gaya persatuan luas, maka rumus dari tegangan dapat digambarkan sebagai berikut:

$$f = \frac{P}{A} \quad \dots (2.1)$$

dengan:

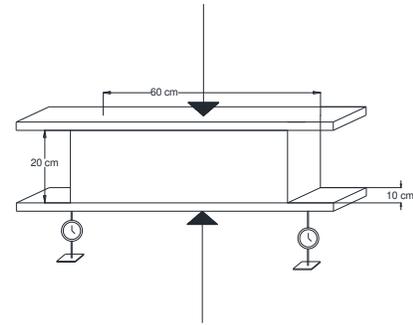
f = Tegangan (kg/cm²)

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang Tekan (cm²)

2.4 Uji tegangan-regangan

Langkah-langkah pengujian tegangan-regangan pada bata beton ringan dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema pengujian tegangan-regangan

Seperti tampak pada Gambar 2.2 benda uji diletakkan pada *compressometer* seperti pada uji tekan. Setelah itu dial dipasang pada sisi depan dan belakang benda uji. Kemudian dial pada *compressometer* dan *extensometer* diatur sedemikian rupa hingga menunjukkan angka 0 (nol).

Ketika penekanan dilakukan, lendutan benda uji dicatat setiap kenaikan $P = 2\text{kN}$ dan dihentikan saat mencapai beban maksimum (P_{max}). Dari hasil uji tersebut dibuat grafik hubungan tegangan-regangan. Regangan normal diartikan sebagai pertambahan dan pengurangan panjang persatuan panjang yang dinyatakan dengan simbol ε (*epsilon*) dan diberikan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \dots \text{Persamaan (2.1)} \quad \dots (2.2)$$

dengan:

ε = Regangan

δ = Penurunan/Pertambahan (mm)

L = Panjang Penekan Benda Uji (mm)

Hukum Hooke menyatakan bahwa regangan (ε) yang terjadi pada suatu benda berbanding lurus dengan tegangannya (σ) dan berbanding terbalik terhadap ke elastisitasannya. Ini dinyatakan dengan rumus :

$$\varepsilon = \frac{f}{E} \quad \dots (2.3)$$

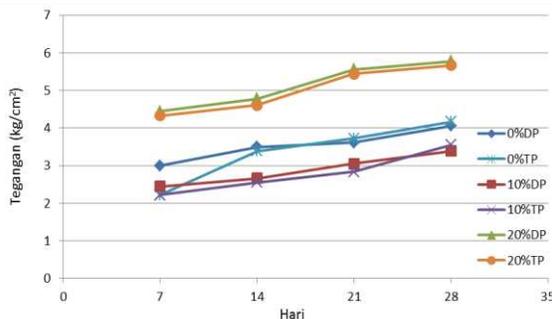
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji kuat tekan

Setelah perhitungan data kuat tekan, didapatkan hasil tegangan dapat dilihat pada Tabel 3.1. Untuk grafik hubungan antara tegangan dan umur benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.1.

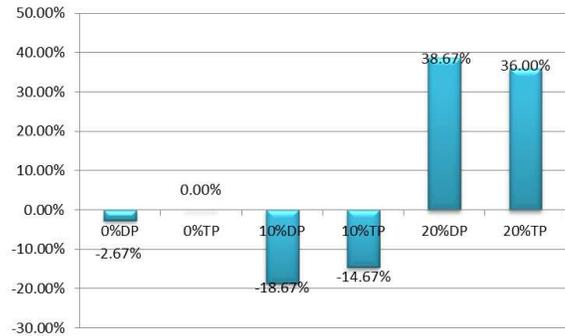
Tabel 3.1. Kuat tekan rata-rata tiap variasi benda uji

Umur	Dengan Perawatan		
	0%	10%	20%
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
7	3.00	2.44	4.44
14	3.50	2.67	4.78
21	3.61	3.06	5.56
28	4.06	3.39	5.78
Umur	Tanpa Perawatan		
	0%	10%	20%
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
7	2.22	2.22	4.33
14	3.39	2.56	4.61
21	3.72	2.83	5.44
28	4.17	3.56	5.67



Gambar 3.1 Kuat tekan rata-rata tiap variasi benda uji

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 perawatan dan tanpa perawatan pada umur 28 hari disajikan pada Gambar 3.2, Kuat tekan masing-masing variasi benda uji dibandingkan dengan bata beton ringan tanpa zeolit tanpa perawatan (0%TP)



Gambar 3.2. Prosentase perubahan kuat tekan pada umur 28 hari

a. Uji signifikansi perlakuan terhadap bata beton ringan selama perawatan terhadap kuat tekan.

Hipotesis :

H_{0A} : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan

H_{1A} : Terdapat pengaruh yang signifikan

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

$$F_{hitung\ 0\%} < F_{tabel}$$

$$0.16 < 7.71$$

$$F_{hitung\ 10\%} < F_{tabel}$$

$$0.257 < 7.71$$

$$F_{hitung\ 20\%} < F_{tabel}$$

$$0.143 < 7.71$$

Maka H_{0A} diterima dan H_{1A} ditolak dengan penjelasan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan bata beton ringan selama proses perawatan terhadap kuat tekan bata beton ringan.

b. Uji signifikansi kadar penambahan zeolit terhadap kuat tekan.

Hipotesis :

H_{0B} : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan

H_{1B} : Terdapat pengaruh yang signifikan

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

$F_{hitung DP}$	>	F_{tabel}
41.028	>	5.14
$F_{hitung TP}$	>	F_{tabel}
22.058	>	5.14

Maka H_{0B} ditolak dan H_{1B} diterima dengan penjelasan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari kadar penambahan zeolit terhadap kuat tekan bata beton ringan baik dengan diberi perawatan maupun tanpa perawatan.

Pengujian kuat tekan dari bata beton ringan yang telah dilakukan oleh PT. Banoncon Indonesia menghasilkan tegangan sebesar $13,5 \text{ kg/cm}^2$ dengan luas penampang benda uji adalah $15 \times 15 \text{ cm}$. Namun setelah kami uji kembali, didapatkan kuat tekan sebesar 4.17 kg/cm^2 dengan luas permukaan $60 \times 10 \text{ cm}$. Perbedaan besar kuat tekan ini dipengaruhi oleh luas penampang tekan pada saat benda diuji.

Uji statistik atau uji hipotesa yang telah kami lakukan terhadap data hasil uji kuat tekan menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perbedaan perlakuan bata beton ringan selama proses perawatan terhadap kuat tekan bata beton ringan itu sendiri. Maka dapat disimpulkan bahwa perawatan pada bata beton ringan terutama dengan menutupinya menggunakan karung goni basah tidaklah diperlukan. Hal ini berlaku baik untuk bata beton ringan normal maupun bata beton ringan dengan tambahan mineral zeolit alam.

Sedangkan untuk pengaruh prosentase mineral zeolit alam yang ditambahkan terhadap kuat tekan bata beton ringan, terlihat signifikan. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji di atas. Untuk prosentase penambahan zeolit alam sebesar 10%, kuat tekan pada bata beton ringan justru mengalami penurunan. Tidak sama halnya dengan prosentase penambahan zeolit alam sebesar 20% yang mampu meningkatkan

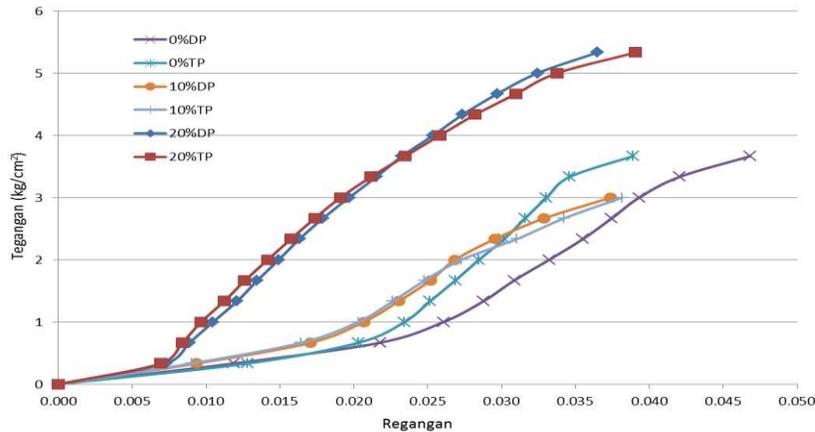
kuat tekan bata beton ringan hingga 38,67% dari kuat tekan bata beton ringan normal.

Keanehan data pada bata beton ringan dengan penambahan 10% mineral zeolit alam ini dikarenakan adanya kesalahan teknis di saat pembuatan benda uji. Kadar *foaming agent* yang tidak akurat atau berlebihan menyebabkan rongga udara pada bata beton ringan tersebut membesar. Hal ini menyebabkan penurunan pada kuat tekan bata beton ringan bersamaan dengan mengecilnya berat volume dari bata beton ringan itu sendiri. Namun karena dengan penambahan mineral zeolit alam sebesar 20% kuat tekan bata beton ringan masih meningkat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa belum didapatkan nilai optimum prosentase penambahan zeolit alam terhadap bata beton ringan. Oleh karena itu dengan penambahan zeolit alam lebih dari 20% masih terdapat kemungkinan meningkatnya kuat tekan bata beton ringan.

Hasil dari penelitian ini adalah penambahan zeolit alam pada bata beton ringan akan meningkatkan kuat tekan dari bata beton ringan tersebut. Dengan penambahan zeolit alam, peningkatan kuat tekan bata beton ringan di setiap 7 hari lebih teratur dibandingkan dengan bata beton ringan normal.

3.2 Uji tegangan-regangan

Pengujian tegangan-regangan ini berhubungan dengan uji kuat tekan. Pengujiannya pun bersamaan dengan pengujian kuat tekan. Penurunan pada bata beton ringan yang sedang diuji tekan dicatat setiap beban kelipatan 2 kN. Dengan didapatkannya data penurunan dari dial, maka dapat dihitung regangan dari bata beton ringan tersebut dengan Pers. (2.2). Setelah pengolahan data, didapatkan diagram tegangan-regangan dari masing-masing benda uji seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram tegangan-regangan rata-rata tiap variasi benda uji

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa dengan penambahan zeolit alam terdapat pengaruh pada kuat tekan bata beton ringan. Semakin besar kadar zeolit yang ditambahkan pada bata beton ringan, semakin meningkat pula kuat tekan bata beton ringan tersebut. Begitu pula dengan tegangan dari bata beton ringan yang berangsur-angsur meningkat seiring dengan bertambahnya kadar penambahan zeolit.

Untuk regangan sendiri, justru berbanding terbalik dengan kadar penambahan zeolit alam. Semakin besar kadar penambahan zeolit alam pada bata beton ringan maka regangan yang terjadi akan semakin kecil. Dapat dilihat dari regangan yang terjadi pada bata beton ringan dengan 0%DP, 0%TP, 10%DP, 10%TP, 20%DP, dan 20%TP zeolit saat beban maksimum secara berurutan adalah sebesar 0.04682; 0.0389; 0.0373; 0.0381; 0.0365; dan 0.039. Regangan terkecil terdapat pada bata beton ringan dengan penambahan 20% zeolit alam dengan perawatan.

Perbedaan mencolok terlihat pada regangan bata beton ringan normal di mana bata beton ringan normal yang tidak diberi perawatan lebih getas dibandingkan yang diberi perawatan. Namun hal ini tidak tampak pada bata beton ringan dengan penambahan zeolit baik 10% maupun 20%.

Maka sekali lagi dapat dibuktikan bahwa dengan penambahan zeolit alam, bata beton ringan tidak perlu diberi perawatan khusus.

3.3 Modulus elastisitas

Untuk menentukan elastisitas benda uji, perlu dihitung modulus elastisitas seperti Pers. (2.3). Untuk hasil perhitungan modulus elastisitas (E) benda uji dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Modulus elastisitas tiap variasi benda uji

	Variasi Benda Uji					
	0%DP	0%TP	10%DP	10%TP	20%DP	20%TP
f(kg/cm ²)	0.6667	0.6667	0.6667	0.6667	0.3333	0.3333
ϵ	0.0218	0.0203	0.0171	0.0164	0.0069	0.0073
E(kg/cm ²)	30.62	32.83	39.08	40.55	96.04	91.74

Tampak pada Tabel 3.2 bahwa semakin besar prosentase zeolit yang ditambahkan pada bata beton ringan, maka semakin getas atau kaku bata beton ringan tersebut. Sedangkan perbedaan perlakuan perawatan pada bata beton ringan tidak berpengaruh pada elastisitas bata beton ringan dengan zeolit 10% maupun 20%. Perbedaan perlakuan perawatan ini hanya berpengaruh pada bata beton ringan normal. Hal ini dapat dilihat dari angka modulus elastisitas pada tabel 2.4 di mana E pada bata beton ringan 10%DP dan 10%TP serta 20%DP dan 20%TP tidak berbeda jauh.

4. Penutup

Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari perbedaan perlakuan bata beton ringan selama proses perawatan terhadap kuat tekan bata beton ringan sesuai dengan uji statistik ANOVA 1 arah tabel *Fisher*. Nilai kuat tekan pada masing-masing variasi penambahan 0% DP, 0%TP, 10% DP, 10%TP, 20%DP, dan 20%TP di 28 hari berturut-turut adalah 4.06 kg/cm², 4.17 kg/cm², 3.39 kg/cm², 3.56 kg/cm², 5.78 kg/cm², dan 5.67 kg/cm². Dari hasil uji tersebut pada penambahan 10% zeolit alam terjadi penurunan kuat tekan karena kesalahan pada pembuatan benda uji. Sedangkan pada penambahan 20% zeolit alam terjadi peningkatan kuat tekan dari benda uji normal.

Perbedaan perlakuan bata beton ringan mempengaruhi regangan dari bata beton ringan normal di mana bata beton ringan 0%TP memiliki regangan lebih kecil dibandingkan 0%DP. Namun hal ini tidak berlaku untuk bata beton ringan dengan penambahan zeolit alam di mana regangan yang terjadi tidak berbeda jauh. Semakin besar kadar penambahan zeolit yang ditambahkan, semakin kecil pula regangan pada bata beton ringan tersebut.

Dalam penelitian kali ini terdapat beberapa hal yang untuk selanjutnya masih perlu diperhatikan. Variasi untuk kadar penambahan zeolit alam perlu diperbanyak dengan perilaku yang berbeda. Perlu dilakukan *capping* menggunakan belerang pada permukaan bata beton ringan yang akan ditekan sehingga penyebaran beban merata. Pengangkutan untuk bata beton ringan berumur kurang dari 7 hari diperlukan penanganan khusus. Pemberian *foaming agent* pada bata beton ringan harus dilakukan secara teliti dan berhati-hati.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2006. *Kajian Bahan Galian Zeolit untuk Dimanfaatkan sebagai Bahan Baku Pupuk*. Medan : Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara.
- ASTM C595. 2008. *Standard Specification for Blended Hydraulic Cements*. USA : ASTM International.
- Firmaninda, W. 2013. *Pengaruh Variasi Penambahan Piropilit terhadap Porositas dan Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan*. Malang : Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- <http://www.semenpadang.co.id/?mod=produk&kat=&id=13>. Diakses pada 8 September 2014.
- Poerwadi, M. R. 2014. *Pengaruh Penggunaan Mineral Lokal Zeolit Alam terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC)*. Malang : Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- SNI-03-3449-1994. *Tata cara pembuatan campuran dengan agregat ringan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-15-0302-2004. *Semen Portland Pozolan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.