

**PERBANDINGAN BERAT ISI DAN REMBESAN
BATA BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN MINERAL ALAMI ZEOLIT
ALAM TERTAHAN SARINGAN NO.80 (0,180mm) DAN TERTAHAN SARINGAN
NO.200 (0,075mm)**

Mamluatul Hasanah, Siti Nurlina, Retno Anggraini
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: mamlua.hasanah@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan dan inovasi dari bata beton ringan terus dilakukan guna memperoleh material yang berkualitas tinggi. Salah satu inovasinya adalah dengan menambahkan mineral alami zeolit alam pada campuran bata beton ringan tersebut. Mineral zeolit memiliki kadar alumina silika (SiO_2) didalamnya yang tinggi hingga 61,13% dimana unsur tersebut merupakan suatu unsur yang memiliki kekerasan cukup tinggi. Butiran zeolit tersebut mampu mengisi celah-celah yang ada pada bata beton ringan sehingga memiliki berat isi yang tinggi dan rembesan bata beton ringan yang rendah. Parameter yang di uji pada penelitian ini adalah berat isi dan rembesan. Pengujian tersebut dilakukan terhadap benda uji bata beton ringan dengan penambahan dua variasi mineral zeolit alam ukuran butir yaitu no. saringan 80 dan no. saringan 200 dengan prosentase masing-masing penambahan 0%, 10%, dan 20%. Pengujian berat isi dilakukan pada umur ke 7, 14, 21 dan 28 dengan ukuran benda uji 60 x 20 x 10 cm dan untuk pengujian rembesan dilakukan pada umur ke 28 setelah pencetakan benda uji dengan ukuran 25 x 20 x 10 cm Analisa data yang digunakan untuk memperoleh hasil dari penelitian ini adalah analisa anova satu arah dan analisa regresi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai berat isi pada umur ke 28 untuk masing-masing variasi yaitu, 0,699 kg/cm^3 , 0,715 kg/cm^3 , 0,722 kg/cm^3 , 0,731 kg/cm^3 dan 0,744 kg/cm^3 untuk prosentase penambahan berturut-turut 0%, 10% no.80, 20% no.80, 10% no.200 dan 20% no.200. Sedangkan untuk nilai dari kecepatan awal aliran rembesan adalah sebesar, 2.3148 cm^3/menit , 1.9444 cm^3/menit , 1.6667 cm^3/menit , 1.4815 cm^3/menit , dan 1.3889 cm^3/menit untuk prosentase penambahan berturut-turut 0%, 10% no.80, 20% no.80, 10% no.200, dan 20% no.200. Nilai dari berat isi bata beton ringan dengan penambahan butiran zeolit terus mengalami peningkatan seiring dengan prosentase penambahan yang semakin besar. Nilai dari peningkatan berat isi yang terjadi memberikan kepadatan yang tinggi terhadap bata beton ringan yaitu dengan semakin kecilnya rongga yang ada pada bata beton ringan tersebut. Berdasarkan nilai tersebut maka akan memberikan nilai rembesan yang semakin rendah sehingga tingkat ketahanannya terhadap rembesan semakin tinggi.

Kata Kunci: bata beton ringan, zeolit, berat isi, rembesan

1. Pendahuluan

Mengedepankan konsep *green construction* maka semua yang berhubungan dengan konsep tersebut haruslah mendukung demi melindungi bumi. Perkembangan batu bata saat ini telah berubah menjadi bata beton ringan, yaitu bata yang memiliki berat ringan dengan nilai kekuatan yang tinggi. Bata beton ringan tersebut tentu memberikan keuntungan terhadap suatu konstruksi terutama dalam hal berat yang lebih ringan, sehingga mengurangi beban yang akan dipikul oleh struktur utama yaitu balok, pondasi dan kolom. Selain itu, bata beton ringan memiliki keunggulan yaitu dalam pelaksanaannya yang lebih mudah dan lebih cepat karena bata beton ringan ini hanya memerlukan sedikit plesteran serta tidak memerlukan acian sebagai pelapis. Dari

uraian diatas sangatlah jelas bahwa bata beton ringan merupakan material masa depan yang mengusung konsep *green construction*.

Inovasi dalam pembuatan bata beton ringan terus dilakukan, salah satunya dengan memberikan bahan tambah kedalam campuran bata beton ringan agar diperoleh kualitas bata beton ringan yang lebih baik. Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton ringan. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah $M_{x/n} \cdot (\text{AlO}_2)_x \cdot (\text{SiO}_2)_y \cdot x \cdot \text{H}_2\text{O}$. Berdasarkan sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik ini, para peneliti menjadikan sebagai mineral serba guna dalam dasawarsa ini. Zeolit memiliki sifat-sifat unik yaitu dehidrasi, absorpsi, penukar ion, katalis, dan penyaring/pemisah.

Zeolit memiliki sifat dehidrasi (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan. Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi. Sifat adsorpsi pada mineral zeolit bisa dimanfaatkan dalam teknologi bata beton ringan agar diperoleh bata beton ringan yang lebih baik lagi. Sifat ini memberikan kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi air (menyerap air) sehingga laju dehidrasi (pelepasan molekul H_2O) bisa ditahan (diikat) dan akan dilepaskan kembali secara perlahan. Selain sifat zeolit yang unik, zeolit juga memiliki kandungan kristal alumina silika (SiO_2) yang mencapai 61,3 %. Hal tersebut menyebabkan zeolit memiliki kekerasan butiran yang cukup tinggi.

Penambahan zeolit kedalam campuran bata beton ringan akan mengisi rongga-rongga yang terdapat pada bata beton ringan sehingga rongga yang belum terisi oleh pasta dapat terisi oleh zeolit ini. Semakin kecilnya rongga-rongga yang ada maka akan memberikan kepadatan yang semakin tinggi pula. Hal tersebut diharapkan akan memberikan pengaruh terhadap kualitas dari bata beton ringan tersebut, yaitu berat isi dan rembesannya.

2. Bahan dan metode

Bata ringan merupakan bata yang memiliki berat yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan batu bata pada umumnya. Bata ringan diciptakan dengan tujuan untuk memperringan 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/m^3 . Pada umumnya berat bata ringan berkisar antara $600\text{-}1600 \text{ kg/m}^3$.

2.1 Bahan penyusun bata ringan

a. Semen

Semen adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda.

Pada penelitian ini digunakan semen portland pozollan. Semen portland pozollan adalah campuran semen portland dan bahan-bahan yang bersifat pozollan seperti terak tanur tinggi dan hasil residu PLTU. Semen jenis ini biasanya digunakan untuk beton yang diekspos terhadap sulfat. Menurut SK-SNI T 15-1990-03:2), semen portland pozollan dihasilkan dengan cara mencampurkan bahan semen portland dan bahan pozollan (15-40% dari berat total campuran), dengan kandungan $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ dalam pozollan minimum 70% (Mulyono, 2005:46).

b. Air

Air diperlukan pada proses ini agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mempermudah dalam pengerjaannya. Pada umumnya air yang dapat diminum dapat dipakai untuk campuran. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tersemar garam, minyak, gula atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran akan dapat menurunkan kekuatan dan dapat mengubah sifat-sifat yang dihasilkan.

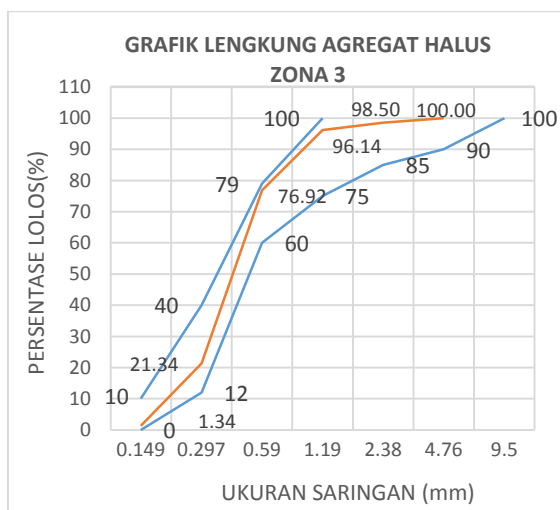
Reaksi kimia antara semen dan air berupa pasta yang perbandingannya mempengaruhi hasil dari perncampuran tersebut

Air memiliki peranan penting dalam perencanaan beton, oleh karena itu air tidak dapat ditambahkan secara semabrangan saat pengadukan mortar. Penambahan air harus disesuaikan dengan kebutuhan dalam kemudahan pengerjaan serta mutu beton yang diinginkan. Air yang digunakan haruslah sesuai dengan persyaratan SNI-03-6817-2002.

c. Pasir

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, 2010:73).

Penelitian ini menggunakan pasir lumajang yang memiliki zona gradasi no. 3 dengan grafik zona gradasi dibawah ini:



Grafik 2.1 Zona gradasi pasir lumajang

d. Foaming Agent

Foaming Agent dibedakan menjadi dua yaitu foaming agent alami dan foaming agent buatan. Foaming agent adalah suatu cairan yang dicampurkan ke dalam bata ringan guna memperbesar volume tanpa menambah berat dari bata ringan tersebut.

e. Zeolit

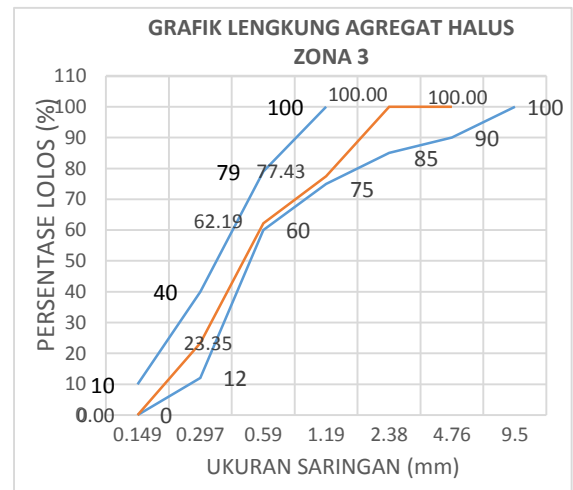
Mineral zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali. Zeolit ini merupakan kelompok mineral yang terdiri atas beberapa jenis mineral. Zeolit adalah bahasa Yunani yang berarti batuan mendidih dimana air yang terkandung di dalamnya akan terlepas apabila dipanasi. Zeolit alam memiliki peluang besar dalam pasar mineral industri yang baik untuk dikembangkan. Sebagian

besar zeolit yang ditemukan di Indonesia tersusun oleh mineral klinoptilolit, mordenit atau campuran keduanya dan terkadang mengandung sedikit mineral heulandit.

Zeolit memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Penyerap / adsorben
2. Penukar Kation
3. Katalis
4. Agen pendehidrasi, zeolit dapat didehidrasi dengan memanaskannya.

Pada penelitian ini digunakan zeolit jenis mordenit yang berasal dari Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang dengan gradasi pasir halus zona 3 seperti pada grafik berikut:



Gambar 2.2 Zona gradasi zeolit

2.2 Kompisisi campuran

Pembuatan benda uji dilakukan di PT. BanonCon Indonesia. Penambahan zeolit pada bata beton ringan dibedakan menjadi dua variasi, yaitu zeolit ukuran butir no. 80 dan zeolit ukuran butir no.200. Kadar dari masing-masing penambahan zeolit tersebut yaitu 0%, 10% dan 20%. Penentuan kadar tersebut didasarkan pada peneltian selanjutnya yaitu mengenai pengaruh penggunaan zeolit alam terhadap karakteristik *self-compacting concrete* (SCC) yang menghasilkan nilai optimum prosentase zeolit sebesar 11,45% dari berat semen (Mahmud Rekarifin, 2014). Alasan digunakannya penelitian ini sebagai

referensi adalah kemiripan material zeolit yang kami gunakan, yaitu zeolit yang berasal dari Sumbermanjing Wetan, Malang.

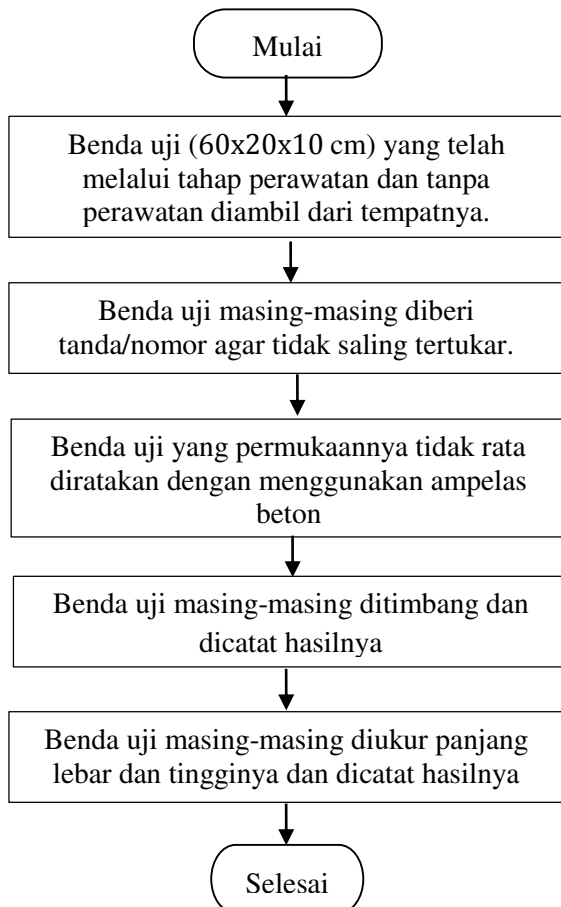
Komposisi pencampuran pada pembuatan bata beton ringan mengacu pada komposisi yang ada pada PT. BanonCon dengan perbandingan komposisi bahan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tabel komposisi pembuatan benda uji tiap variasi

No	Bahan	Jumlah Per m ³					Satuan
		0%	+10% no 80	+20% no 80	+10% no 200	+10% no 200	
1	Semen						kg
2	Pasir						kg
3	Foaming Agent						liter
4	Zeolit	0	22.5	45	22.5	45	kg
	Air Fas Normal						kg
5	Air Pengaktifan Zeolit	0	0.8055	1.611	0.8055	1.611	kg
	Air Total	160	160.8055	161.611	160.8055	161.611	kg

2.3 Uji berat isi

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian berat isi terdapat pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.3 Diagram pengujian berat isi

Dari hasil penimbangan dan pengukuran benda uji, dianalisa dengan menggunakan Persamaan 2.1 berikut:

$$BI = \frac{Bo}{V} \quad (2.1)$$

Dengan:

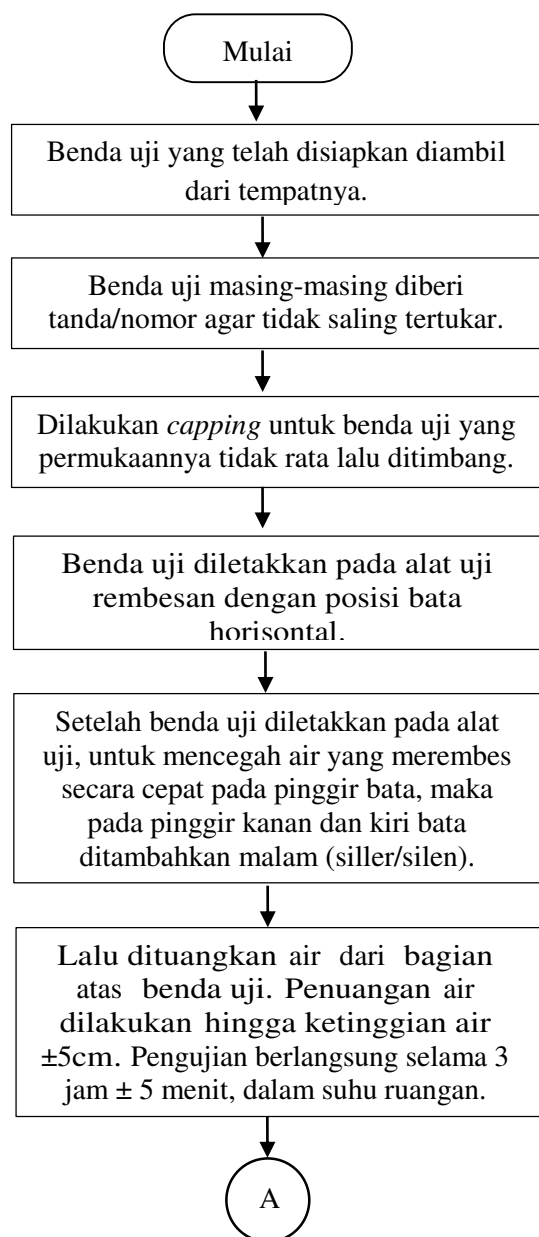
BI (γ) = Berat isi kering (kg/m³)

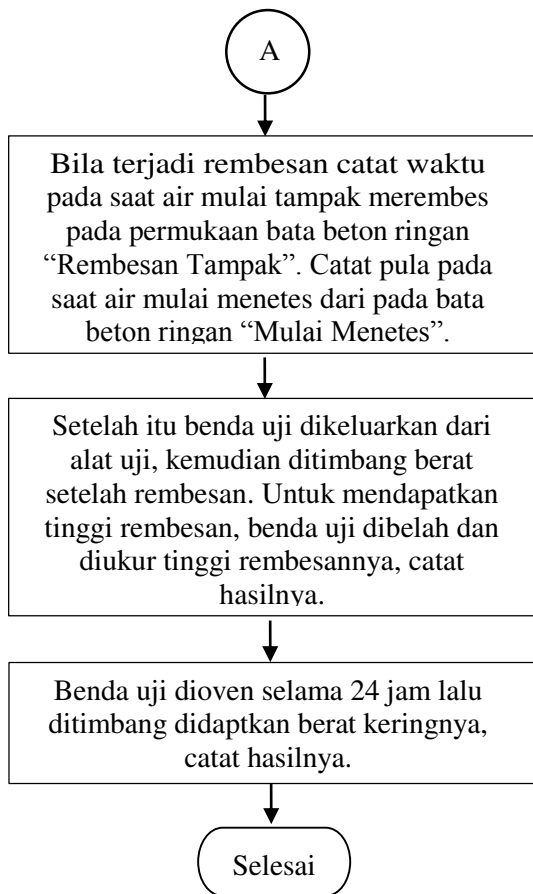
Bo = Berat benda uji dalam keadaan kering (kg)

V = Volume benda uji (m³)

Sumber: SNI-03-3402-1994

2.4 Uji rembesan





Gambar 2.4 Diagram pengujian rembesan

Dari hasil pengujian rembesan benda uji, dianalisa dengan menggunakan Persamaan 2.2 berikut:

$$V = \frac{Volume}{t} = \frac{Br - Bo}{yair \times waktu} \quad (2-2)$$

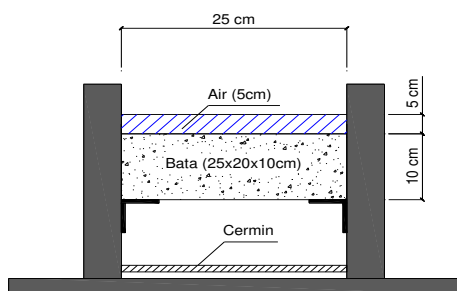
Dengan:

V = Kecepatan rembesan (cm³/menit)

Br = Berat bata setelah uji rembesan (kg)

Bo = Berat bata sebelum uji rembesan (kg)

t = waktu (menit)



Gambar 2.5 Tampak samping alat uji rembesan

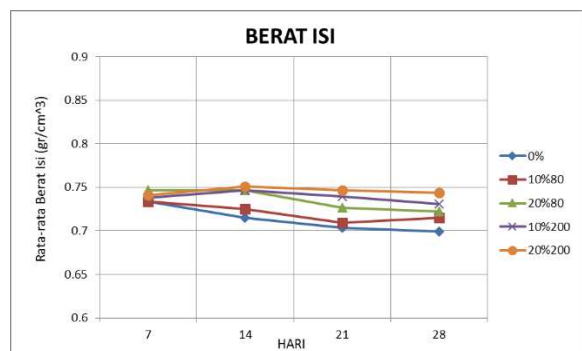
3. Hasil dan pembahasan

a. Berat isi

Setelah dilakukan pengujian bata beton ringan terhadap berat isi pada hari ke 7, 14, 21, dan 28 setelah pencetakan benda uji dengan dimensi benda uji 60 x 20 x 10 cm, maka didapatkan hasil analisa sebagai berikut:

Tabel 3.1 Berat isi rata-rata tiap variasi benda uji

Hari	Jenis Bata					Satuan
	0%	Zeolit ukuran no.80		zeolit ukuran no.200		
		10%	20%	10%	20%	
7	0.733618	0.733618	0.746439	0.737892	0.740741	gr/cm ³
14	0.715100	0.725071	0.746439	0.746439	0.750997	
21	0.703704	0.709402	0.726496	0.739316	0.746439	
28	0.699430	0.715100	0.722222	0.730769	0.743590	



Gambar 3.1 Berat isi rata-rata tiap variasi benda uji

Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan dua analisa yaitu analisa hipotesa dan analisa regresi, dengan hasil sebagai berikut:

1. Analisa hipotesa

a. Uji hipotesa terhadap pengaruh kadar penambahan zeolit terhadap berat isi bata beton ringan.

Hipotesis untuk pengujian kali ini adalah :

H_{0A} : Tidak terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan kadar zeolit tertentu terhadap berat isi.

H_{1A} : Terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan kadar zeolit tertentu terhadap berat isi.

Dari perhitungan ANOVA fisher 1 arah didapatkan hasil bahwa:

F hitung 10% > F tabel
 6,88 > 5,41
 F hitung 20% > F tabel
 9,75 > 5,41

Maka H_{tA} diterima dan H_{0A} ditolak.

Dengan penjelasan bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan kadar zeolit dengan prosentase 10% dan 20% terhadap berat isi bata beton ringan.

b. Uji hipotesa terhadap pengaruh penambahan butir zeolit no.80 dan no.200 terhadap berat isi bata beton ringan.

Hipotesis untuk pengujian kali ini adalah :

H_{0B} : Tidak terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan butiran zeolit ukuran no.80 dan no.200 terhadap berat isi.

H_{tB} : Terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan butiran zeolit ukuran no.80 dan no.200 terhadap berat isi.

Dari perhitungan ANOVA fisher 1 arah didapatkan hasil bahwa:

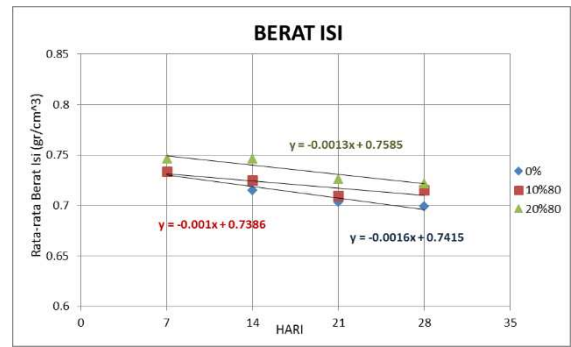
F hitung No.80 < F tabel
 4.2766 < 5.14
 F hitung No.200 < F tabel
 9.3049 > 5.14

Maka $H_{t10\%}$ ditolak dan $H_{010\%}$ diterima dan $H_{020\%}$ ditolak dan $H_{t20\%}$ diterima.

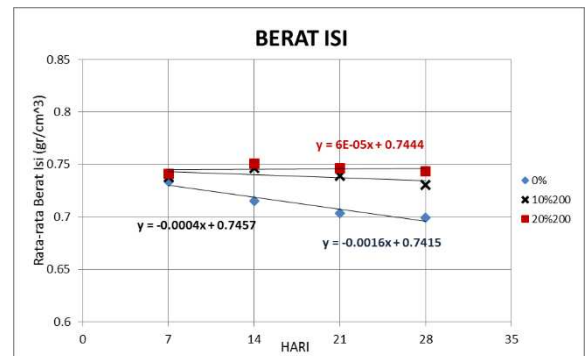
Dengan penjelasan bahwa tidak terdapat pengaruh dari penambahan zeolit ukuran butir no.80 terhadap berat isi bata beton ringan. Sedangkan untuk penambahan zeolit dengan ukuran butir no.200 memberikan pengaruh terhadap berat isi bata beton ringan.

2. Analisa regresi

Grafik regresi berat isi bata beton ringan akibat penambahan butiran zeolit no.80 dan no.200 dengan variasi 0%, 10% dan 20% tertera dibawah ini:



Gambar 3.2 Regresi berat isi rata-rata dengan penambahan zeolit ukuran butir no. 80



Gambar 3.3 Regresi berat isi rata-rata dengan penambahan zeolit ukuran butir no. 200

Dari analisa data yang telah dipaparkan pada tabel 3.1 dan gambar 3.1 bahwa penambahan zeolit ukuran yang berbeda dengan kadar penambahan yang semakin besar menurunkan nilai dari berat isi yang terjadi pada bata beton ringan tersebut untuk setiap penambahan umur dari pengujian bata beton ringan tersebut.

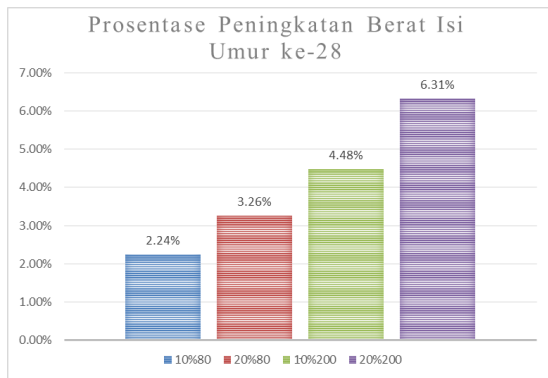
Berdasarkan hasil pengujian hipotesa dan regresi yang juga telah dipaparkan diatas penambahan zeolit terhadap bata beton ringan memberikan pengaruh pada nilai dari berat isi. Seperti yang terlihat pada uji hipotesa, penambahan ukuran butir zeolit yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula pada berat isinya. Penambahan zeolit dengan ukuran butir no. 200 lebih memberikan pengaruh daripada penambahan ukuran butir no.80. Selain itu kadar dari penambahan butiran zeolit tersebut juga berpengaruh, semakin besar dari penambahan ukuran butir zeolit maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap

berat isi. Pengaruh penambahan dengan kadar 20% memberikan pengaruh yang lebih besar. Selain uji hipotesa, berdasarkan uji regresi juga dapat disimpulkan bahwa penambahan ukuran butir zeolit yang berbeda dengan kadar penambahan yang semakin besar memberikan penurunan nilai dari berat isi yang stabil. Hal tersebut terlihat pada gambar 3.2 dan 3.3.

Nilai dari berat isi dengan penambahan zeolit tersebut dibandingkan dengan nilai berat isi normal atau tanpa penambahan zeolit, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.2 Perbandingan berat isi umur ke-28

Variasi Penambahan Zeolit	Berat Isi (gr/cm ³)	Selisih Berat Isi		Keterangan
		gr/cm ³	%	
0%	0.699430	-	-	-
10%80	0.715100	0.0157	2.24%	Peningkatan Berat Isi
20%80	0.722222	0.0228	3.26%	Peningkatan Berat Isi
10%200	0.730769	0.0313	4.48%	Peningkatan Berat Isi
20%200	0.743590	0.0442	6.31%	Peningkatan Berat Isi



Tabel 3.4 Diagram perbandingan berat isi benda uji terhadap benda uji normal umur ke-28

Dari tabel 3.2 dan gambar 3.4 tersebut terlihat bahwa penambahan ukuran butir no.200 dengan kadar penambahan sebesar 20% memberikan pengaruh sebesar 6,31 % jika dibandingkan dengan berat isi normal atau tanpa penambahan zeolit. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran butir yang ditambahkan maka semakin berpengaruh terhadap berat isinya.

Hasil dari penelitian ini adalah penambahan zeolit alam pada bata beton ringan akan meningkatkan berat isi dari bata beton ringan sehingga kekuatan dari bata beton ringan tersebut juga meningkat. Peningkatan berat isi ini dikarenakan celah-

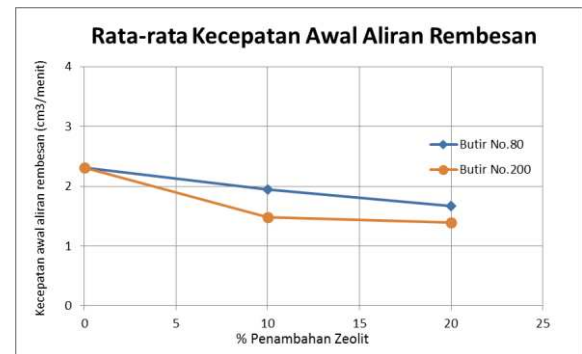
celah yang terdapat pada bata beton ringan ini terisi oleh butiran-butiran zeolit sehingga bata beton ringan memiliki kemampuan lebih tinggi. Hal tersebut diikuti dengan kadar air yang terkandung didalam bata beton ringan tersebut adalah kecil. Selain kadar air, bata beton ringan tersebut memiliki porositas yang lebih kecil jika dibandingkan dengan bata beton ringan normal.

a. Uji rembesan

Pengujian rembesan dilakukan pada hari ke 28 setelah pencetakan benda uji, dengan dimensi 25 x 20 x 10 cm. Hasil dari pengujian rembesan tersebut tertera pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Kecepatan awal aliran rembesan rata-rata tiap variasi benda uji

Jenis Bata	Ukuran Butir No.80	Ukuran Butir No. 200
	Kecepatan Awal Aliran Rembesan (cm ³ /menit)	
0%	2.3148148	2.3148148
10%	1.9444444	1.4814815
20%	1.6666667	1.3888889



Gambar 3.5 Kecepatan awal aliran rembesan rata-rata tiap variasi benda uji

- Analisa Hipotesa
 - Uji hipotesa terhadap pengaruh kadar penambahan zeolit terhadap kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan.

Hipotesis untuk pengujian kali ini adalah :

H_{0A} : Tidak terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan kadar zeolit tertentu terhadap kecepatan awal aliran rembesan.

H_{1A} : Terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan bata beton ringan

dengan penambahan kadar zeolit tertentu terhadap kecepatan awal aliran rembesan.

Dari perhitungan ANOVA fisher 1 arah didapatkan hasil bahwa:

F hitung 10%	>	F tabel
14,2144	>	5,41
F hitung 20%	>	F tabel
16,466	>	5,41

Maka H_{1A} diterima dan H_{0A} ditolak.

Dengan penjelasan bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan kadar penambahan zeolit untuk prosentase 10% dan 20% terhadap kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan.

b. Uji hipotesa terhadap pengaruh penambahan butir zeolit no.80 dan no.200 terhadap kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan.

Hipotesis untuk pengujian kali ini adalah :

H_{0B} : Tidak terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan butir zeolit ukuran no.80 dan no.200 terhadap kecepatan awal aliran rembesan.

H_{1B} : Terdapat pengaruh dari perlakuan bata beton ringan dengan penambahan butir zeolit ukuran no.80 dan no.200 terhadap kecepatan awal aliran rembesan.

Dari perhitungan ANOVA fisher 1 arah didapatkan hasil bahwa:

F hitung No.80	>	F tabel
5,2857	>	5,14
F hitung No.200	>	F tabel
18,2	>	5,14

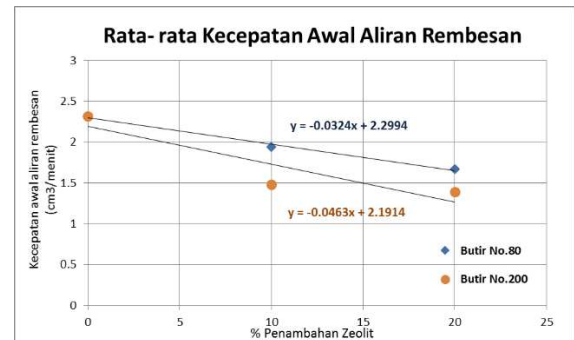
Maka H_{1B} diterima dan H_{0B} ditolak.

Dengan penjelasan bahwa terdapat pengaruh dari penambahan zeolit ukuran butir no.80 dan no.200 terhadap kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan.

2. Analisa regresi

Grafik regresi kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan akibat

penambahan butir zeolit no.80 dan no.200 dengan variasi 0%, 10% dan 20% tertera dibawah ini:



Gambar 3.6 Regresi kecepatan awal aliran rembesan rata-rata pada masing-masing variasi benda uji

Penambahan zeolit kedalam campuran bata beton ringan ini menurunkan nilai dari kecepatan awal aliran rembesannya. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 3.3 dan gambar 3.5, dimana penambahan ukuran butir zeolit no.80 dan no. 200 dengan kadar penamabahan 0%, 10%, dan 20% menurunkan nilai kecepatan awal aliran rembesannya. Ukuran butir no.200 dengan kadar penambahan sebesar 20% memberikan nilai kecepatan awal aliran rembesan sebesar 1.3889 cm³/menit.

Berdasarkan uji hipotesa yang telah dilakukan terhadap data hasil pengujian rembesan, menyatakan bahwa penambahan ukuran butir zeolit yang berbeda memberikan pengaruh terhadap kecepatan awal aliran rembesannya. Pada data hasil yang telah dituliskan dan dipaparkan diatas, penambahan zeolit dengan ukuran yang berbeda memberikan penurunan terhadap kecepatan awal aliran rembesan. Sedangkan untuk kadar pengaruh penambahan zeolit yang berbeda terhadap kecepatan rembesan juga berpengaruh. Peningkatan kadar penambahan zeolit pada bata beton ringan memberikan penurunan nilai pada kecepatan awal aliran rembesannya. Selain pada uji hipotesa, pada uji regresi juga didapatkan hasil bahwa penambahan zeolit dengan ukuran butir yang semakin kecil dan kadar penambahan yang semakin besar

menurunkan nilai kecepatan awal aliran rembesan yang semakin besar pula. Berdasarkan uji regresi, untuk penambahan ukuran butir no.80 mendapatkan nilai gradien penambahan sebesar -0,0324 dengan persamaan $y = -0,0324 x + 2,299$, sedangkan untuk ukuran butir no.200 $y = -0,0463 x + 2,1914$ dengan nilai gradien sebesar -0,0463.

Selain uji hipotesa dan regresi diatas, juga dilakukan perbandingan nilai kecepatan awal aliran rembesan rembesan antara bata beton ringan dengan penambahan zeolit terhadap bata betn ringan normal atau tanpa penambahan zeolit. Hasil perbandingan tersebut adalah:

Tabel 3.4 Perbandingan kecepatan awal aliran rembesan benda uji

Variasi Penambahan Zeolit	Rata-rata Kecepatan Awal Aliran Rembesan (cm ³ /menit)	Selisih Kecepatan Awal Aliran Rembesan		Keterangan
		cm ³ /menit	%	
0%	2.314815	-	-	-
10% 80	1.944444	-0.3704	-16.00%	Penurunan Kecepatan Awal Aliran Rembesan
20% 80	1.666667	-0.6481	-28.00%	Penurunan Kecepatan Awal Aliran Rembesan
10% 200	1.481481	-0.8333	-36.00%	Penurunan Kecepatan Awal Aliran Rembesan
20% 200	1.388889	-0.9259	-40.00%	Penurunan Kecepatan Awal Aliran Rembesan



Gambar 3.6 Diagram perbandingan kecepatan awal aliran rembesan benda uji terhadap benda uji normal hari ke-28

Penambahan ukuran butir zeolit no.80 dengan kadar 20% memberikan penurunan kecepatan awal aliran rembesan sebesar 28% jika dibandingkan dengan bata beton normal. Sedangkan untuk penambahan ukuran butir no.200 dengan kadar 20% memeberikan penurunan sebesar 40% terhadap bata beton ringan normal. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil dan semakin besar kadar penambahan zeolit kedalam campuran bata beton ringan dapat

menurunkan kecepatan awal aliran rembesan yang semakin besar.

Untuk menunjang dan menguatkan dari data pengujian ini, kami melakukan uji kadar air, porositas dan pengujian rembesan kembali hingga terjadi rembesan pada bata beton ringan tersebut. Hasil dari pengujian tersebut berturut-turut sebagai berikut:

Tabel 3.5 Kadar air rata-rata benda uji

Jenis Bata	Ukuran Butir No.80	Ukuran Butir No. 200
	Kadar Air (%)	
0%	9.0720391	9.0720391
10%	8.1499996	8.4353433
20%	6.8272236	6.2438386

Tabel 3.6 Porositas rata-rata benda uji

Jenis Bata	Ukuran Butir No.80	Ukuran Butir No. 200
	Porositas (%)	
0%	25.31%	25.31%
10%	23.20%	-
20%	23.13%	18.85%

Tabel 3.7 Lama rembesan benda uji

Jenis Bata	Berat SSD (gr)	Mulai Menetes (menit:jam)
0%	3500	53 jam 22 menit
10% 80	3650	71 jam 15 menit
20% 200	3800	73 jam 20 menit

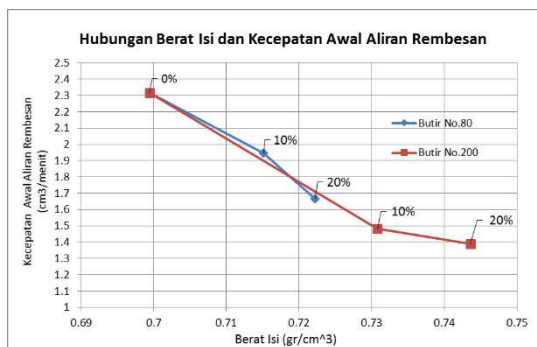
Dari uji porositas tersebut terbukti bahwa dengan penambahan kadar zeolit yang meningkat, nilai dari porositas bata beton ringan semakin menurun. Terbukti juga pada persen dari kadar airnya yang juga semakin menurun. Selain uji porositas dan kadar air, dibuktikan pula pada uji lama rembesannya. Namun, pada uji rembesan ini hanya dilakukan pada benda uji tertentu saja karena keterbatasan benda uji. Dari hasil pengujian rembesan kembali didapatkan bahwa rata-rata rembesan bata beton ringan adalah ± 3 hari atau 72 jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bata beton ringan ini tahan terhadap rembesan.

Hasil dari penelitian ini adalah penambahan zeolit alam pada bata beton ringan akan menurunkan kecepatan rembesan dari bata beton ringan sehingga bata beton ringan tersebut lebih tahan rembesan dan awet jika digunakan untuk jangka panjang. Seperti yang telah dijelaskan dan dipaparkan sebelumnya bahwa rembesan berhubungan dengan

porositas dan kadar air dari bata beton ringan tersebut, karena rembesan merupakan mengalirnya air melalui rongga-rongga (pori) hingga menetes. Penurunan kecepatan awal aliran rembesan dari bata beton ringan ini dikarenakan pori-pori dari bata beton ringan ini lebih sedikit karena terisi oleh butiran-butiran zeolit sehingga kepadatan dari bata beton ringan itu sendiri meningkat. Hal tersebut menyebabkan kecepatan awal alirann rembesan bata beton ringan dengan penambahan butiran zeolit mengalami penurunan.

c. Hubungan berat isi dan rembesan

Dari hasil analisa yang didapatkan diatas dapat dilihat grafik hubungan antara berat isi dan kecepatan awal aliran rembesan sebagai berikut:



Gambar 3.7 Grafik hubungan berat isi dan kecepatan awal aliran rembesan

Berdasarkan gambar 3.7 di atas terlihat bahwa semakin besar dari nilai berat isi yang terjadi menyebabkan nilai dari kecepatan awal aliran rembesannya menurun. Semakin besar dari kadar penambahan zeolit dan semakin kecil dari ukuran butir yang ditambahkan maka semakin besar nilai berat isinya sekaligus memberikan penurunan terhadap kecepatan awal aliran rembesannya

4. Penutup

Penambahan kadar mineral alami zeolit alam dengan variasi ukuran butir no.80 dan no.200 memberikan pengaruh berdasarkan hasil uji hipotesa atau uji statistik ANOVA fisher satu arah terhadap berat isi bata beton ringan. Penambahan

kadar zeolit alam memberikan peningkatan berat isi pada bata beton ringan itu sendiri. Sedangkan berdasarkan perbandingan nilai berat isi antara bata beton ringan dengan penambahan zeolit terhadap bata beton ringan normal meningkat sebesar 6,31% untuk kadar penambahan zeolit sebesar 20% ukuran butir no.200. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran dari butir zeolit yang ditambahkan maka semakin besar pula pengaruh dari nilai berat isinya. Hal tersebut dikarenakan rongga-rongga yang ada pada bata beton ringan semakin sedikit karena terisi oleh butira-butiran zeolit sehingga bata beton ringan tersebut lebih mampat.

Sedangkan pengaruh dari penambahan zeolit terhadap rembesan berdasarkan uji statistik ANOVA satu arah adalah memberikan pengaruh. Penambahan kadar yang semakin besar memberikan pengaruh yang semakin besar. Begitu juga dengan perbedaan penambahan ukuran butir zeolit yaitu ukuran no.80 dan no.200. Dengan penambahan kadar zeolit yang semakin besar dan ukuran butir yang semakin kecil dapat menurunkan nilai kecepatan awal aliran rembesan yang terjadi pada bata beton ringan. Penurunan kecepatan awal aliran rembesan bata beton ringan untuk penambahan zeolit 20% no.200 memberikan peningkatan sebesar 40% dibandingkan dengan bata beton ringan normal. Penurunan tersebut didukung dengan semakin kecilnya angka pori yang terjadi dan persen kadar air. Hal tersebut menunjukkan bahwa rembesan juga dipengaruhi oleh porositas dan kadar air. Semakin besar pori maka semakin besar kadar airnya dan semakin besar pula nilai rembesannya.

Pembuatan benda uji perlu dilakukan secara teliti dan dengan keakuratan perhitungan kadar masing-masing bahan sehingga tidak terjadi kesalahan dan didapatkan hasil penelitian yang diinginkan. Agar diperoleh hasil penelitian yang lebih akurat, perlu diperkecil interval dari kadar penambahan zeolit terhadap bata beton ringan dengan interval penambahan setiap 5 %. Dalam pengangkutan bata harus memperhitungkan

umur dari bata beton ringan tersebut dengan baik untuk meminimalisir benda uji yang mengalami kerusakan karena masih belum kuat.

Daftar Pustaka

Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*.

Yogyakarta : Andi.

Purwadi, Mahmud Rekarifin. 2014.

Pengaruh Penggunaan Mineral

Lokal Zeolit Alam Terhadap

Karakteristik Self-Compacting

Concrete (SCC). Tidak Diterbitkan.

Malang: Universitas Brawijaya.

SNI-03-6817-2002. *Metode Pengujian*

Mutu Air Untuk Digunakan Dalam

Beton. Jakarta : Badan Standarisasi

Nasional.

SNI-03-3449-1994. *Tata Cara Pembuatan*

Campuran Dengan Agregat Ringan.

Jakarta : Badan Standarisasi

Nasional.

SNI-03-3402-1994. *Cara Uji Berat Isi*

Beton Ringan Struktural. Jakarta :

Badan Standarisasi Nasional

Suseno, Hendro. 2010. *Bahan Bangunan*.

Malang : BARGIE Media.