

## Pengaruh Proporsi Agregat Kasar Batu Skoria Terhadap Kinerja Beton Ringan

### *The efficiency of lightweight concrete is affected by the proportion of coarse aggregate in scoria stone*

Heru Andri<sup>1</sup>, Muhtar<sup>2\*</sup>, Ilanka Cahya Dewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email : [heruandri2020@gmail.com](mailto:heruandri2020@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember\* Koresponden Author  
Email : [muhtar@unmuhjember.ac.id](mailto:muhtar@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Email : [ilankadewi@unmuhjember.ac.id](mailto:ilankadewi@unmuhjember.ac.id)

#### Abstrak

Beton ringan merupakan beton yang dihasilkan oleh agregat ringan, salah satu cara untuk membuatnya adalah dengan cara mengganti agregat kasar normal dengan agregat ringan baik secara alami atau vulkanik seperti Batu Apung dan Batuan Skoria maupun secara buatan. Karena agregat ringan buatan proses pembuatannya sangat rumit, untuk itu agregat ringan alami, salah satunya Batuan Skoria dari Kotakan Situbondo merupakan pilihan yang perlu dikaji. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik beton serta Modulus Elastisitas, dan juga dapat memanfaatkan Batuan Skoria dari Kotakan Situbondo sebagai agregat kasar pada beton ringan berdasarkan kriteria karakteristik fisik dan mekanik yang telah disyaratkan. Pada penelitian ini proporsi campuran beton ringan diambil berdasarkan perhitungan mix design dengan perbandingan 1 semen : 1,82 pasir : 2,6 koral. Benda uji silinder dibuat sesuai perlakuan dan perulangan yang ditentukan, perawatan sesuai standar beton ringan dan pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa agregat ringan batu skoria dari Kotakan situbondo mempunyai Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas yang lebih rendah dari beton normal sehingga tidak baik digunakan sebagai beton ringan struktural akan tetapi baik digunakan sebagai beton non struktural.

**Kata Kunci** : batuan skoria, Kotakan Situbondo, beton ringan, kuat tekan, modulus elastisitas

#### Abstract

*Lightweight concrete is created by using lightweight aggregates; one approach to do this is to use light aggregate in place of the typical coarse aggregate, which can be created either intentionally or naturally from volcanic materials like pumice and scoria stone. Since it is very difficult to make artificial lightweight aggregate, it is necessary to investigate the utilization of natural lightweight aggregate, one of which is the Skoria Stone from Kotakan Situbondo. In addition to using Kotakan Situbondo's Scoria Stone as coarse aggregate in lightweight concrete based on the necessary physical and mechanical characteristics criteria, the goal of this study was to determine the relationship between the compressive strength, tensile strength, and modulus of elasticity of concrete. According to the mix design calculation used in this study, the percentage of lightweight concrete mixture was taken to be 1 cement: 1.82 sand: 2.6 coral. In order to gather information on the compressive strength, tensile strength, and modulus of elasticity, cylindrical specimens were made in accordance with the prescribed treatment and repetition, maintained in accordance with lightweight concrete standards, and tested after 28 days. According to the study's findings, scoria stone from Kotakan Situbondo is a good lightweight aggregate for non-structural concrete but not for use in structural lightweight concrete since it has a lower compressive strength and elasticity modulus than standard concrete.*

**Keywords**: lightweight concrete, compressive strength, modulus of elasticity, scoria stone,

## 1. PENDAHULUAN

### a. Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, dimana dunia konstruksi semakin maju dan canggih terutama dalam struktur bangunan gedung-gedung dan jalan. Beton merupakan bahan material komposit yang terdiri antara campuran semen, agregat (kasar dan halus), dan air kemudian mengeras menjadi benda padat. Kelebihan beton sendiri adalah kuat menahan tekanan serta mudah dibentuk dan menjadikannya bahan material yang paling umum digunakan dalam struktur bangunan, akan tetapi salah satu kelemahan beton ini adalah berat dan massanya yang cukup besar.

Salah satu cara untuk mengurangi berat isi beton yang cukup besar ini yaitu bisa dilakukan dengan cara mengganti agregat normal dengan agregat ringan, baik yang diperoleh dari alam atau buatan dan hasilnya disebut Beton ringan (Lightweight Concrete). Agregat kasar buatan ini sangat mahal karena diperoleh melalui proses termo-kimia yang rumit dan memerlukan energi yang tinggi, sedangkan untuk agregat kasar alami adalah agregat kasar vulkanik seperti Batu Apung (pumice) dan batuan skoria (scoria) yang dihasilkan oleh kegiatan vulkanik gunung berapi dan bisa juga ditemukan di bukit-bukit bekas galian tambang yang didalamnya mengandung batuan scoria yang memiliki karakteristik lebih ringan dari batuan lainnya. Salah satu bahan agregat ringan ini adalah Batuan Skoria dari bukit akibat galian tambang di Kotakan Situbondo, batuan ini tersedia melimpah, mudah pengambilannya di lokasi dan belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai agregat kasar beton ringan, untuk itu batuan ini kedepannya diharapkan dapat digunakan sebagai bahan material beton ringan yang ramah lingkungan.

### b. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi proporsi batu pecah dan batu skoria sebagai agregat kasar terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah?

2. Bagaimana pengaruh variasi proporsi batu pecah dan batu skoria sebagai agregat kasar terhadap modulus elastisitas beton ringan?

### c. Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan agregat halus yang berasal dari desa Sumber Kalong Kabupaten Jember.
2. Penelitian ini menggunakan agregat kasar batu skoria yang berasal dari kotakan Selatan, Kecamatan Situbondo, Kabupaten Situbondo.
3. Mutu beton yang direncanakan pada umur 7 hari dan 28 hari.

### d. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hubungan kuat tekan dan modulus elastisitas serta komposisi beton ringan bila menggunakan agregat ringan batuan skoria yang berasal dari Kotakan, Situbondo.
2. Dapat memanfaatkan batuan skoria dari bekas galian tambang di Kotakan Situbondo sebagai agregat kasar pada beton ringan berdasarkan kriteria karakteristik dan mekanik sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang dihasilkan oleh agregat ringan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>. Agregat ringan adalah agregat dengan berat jenis rendah. Keuntungan dari struktur yang memakai agregat ringan adalah struktur yang mempunyai berat ringan sehingga beban yang akan disalurkan pada struktur bawah akan menjadi lebih ringan.

Menurut SNI 03-2834-2000, pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara melakukan penggantian pada agregat kasar dan agregat halus dengan agregat ringan yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada agregat normal seperti batu pecah dan pasir.

Penggantian agregat ringan ini sangat efektif dapat membuat berat jenis campuran beton yang dibuat akan lebih ringan dari berat jenis beton normal. Menurut Tjokrodimulyo (1996:117) pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan membuat agregat ringan seperti batu apung, batu skoria. Membuat gelembung udara atau gas pada adonan semen maka dengan demikian beton akan memiliki banyak pori-pori udara atau gas didalam beton tersebut. Membuat campuran beton dengan atau tanpa butiran-butiran agregat halus atau bisa disebut juga beton non pasir.

#### b. Jenis Beton Ringan

Beton ringan dapat dibagi dan dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Jenis Beton Ringan

Jenis Beton	Berat jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktur
Beton ringan	1000 – 2000	Struktur ringan
Beton normal	2300 – 2500	Struktur
Beton berat	>3000	Perisai sinar X

Sumber: SNI 03-3449-2002

#### c. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji menjadi hancur dengan luas penampang. Dalam hal ini, metode pengujian yang digunakan mengacu pada SNI 10-1974-1990. Berikut bentuk benda uji ditunjukkan pada Gambar 2.1.

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

$f_c'$  = kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban uji maksimum (kg)

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

#### d. Kuat Tarik

Dapat diketahui bahwa beton memiliki kelemahan secara struktural yaitu memiliki kuat tarik yang rendah dimana besar kuat Tarik belah memiliki perbandingan sekitar 9% - 15% dari kuat tekannya. nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik bahan beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. (Istimawan Dipohusodo,1996).

Berdasarkan SNI 03-2491-2002, kuat tarik belah benda uji dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Keterangan:

$F_{ct}$  = kuat tarik belah (Mpa)

P = beban uji maksimum (KN)

L = panjang benda uji (cm)

D = diameter benda uji (cm)

#### e. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton mempunyai hubungan dengan sifat beton lainnya terutama kuat tekan beton itu sendiri. Dengan mengacu pada SNI 10-2847-2002, besarnya modulus elastisitas beton secara teoritis dapat dihitung dengan rumus:

$$E_c = (W_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f_c'}$$

Keterangan :

$E_c$  = modulus elastisitas (Mpa)

$W_c$  = berat satuan beton (kg/m<sup>3</sup>)

$f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)

#### f. Bahan Penyusun Beton

##### • Semen

Menurut ASTM C-150, 1985, Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen berfungsi untuk mengikat butiran-butiran agregat sampai membentuk suatu massa padat dan mengisi

sela-sela rongga udara diantara butiran-butiran tersebut.

• **Agregat Halus**

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 4,8 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Batas ukuran butiran paa agregat halus dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Batas Ukuran Butiran Agregat halus

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif (%)
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	10-30
1,5	2-10

Sumber: SNI S-04-1989-F

• **Agregat Kasar**

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Menurut PBI 1971, Pasal 3.4 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut :

- Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Lumpur tersebut adalah bagian-bagian yang lolos ayakan 0,0063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 1% maka agregat harus dicuci.

- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
- Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya.

• **Agregat Ringan**

Agregat ringan adalah agragat dengan berat isi kering oven maksimum 1120 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-2461-2002). Agregat ringan terdiri dari agregat ringan alami dan buatan. Agregat ringan alami adalah agregat yang diperoleh dari bahan-bahan alami seperti batu apung, skoria atau tufa. Berikut persyaratan agregat ringan untuk beton ringan struktural :

- Berat jenis 1,0-1,8
- Persyaratan air maksimum (%) = 20
- Berat isi maksimum
  - Gembur kering (kg/m<sup>3</sup>) = 1120
  - Gembur halus = 880
  - Agregat kasar = 1040
- Persentase volume padat (%) = 9-14
- Nilai 10% kehalusan
- Kadar bagian yang terapung setelah direndam dalam air 10 menit maksimum (%) = 5
- Kadar bahan yang mentah (*clsy dump*) (%) = <1
- Nilai keawetan jika dalam larutan magnesium sulfat selama 16-18 jam, bagian yang larut maksimum (%) = 12

• **Batu Skoria**

Agragat kasar alami adalah agregat kasar vulkanik seperti Batu Apung (*pumice*) dan Batuan (*scoria*) yang dihasilkan oleh kegiatan vulkanik gunung berapi dan melimpah keberadaannya di aliran-aliran lahar (Suseno, 2013). Salah satu bahan agregat ringan dalam penelitian ini adalah batuan skoria yang didapatkan akibat galian penambangan proyek di Kotakan Situbondo. Batu skoria adalah salah satu jenis batuan beku yang terbentuk karena pembekuan lava.

• **Air**

Air berfungsi sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini

harus bebas dari padatan teruspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak dan bebas dari material organik. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

### 3. METODOLOGI

Peneitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Unuversitas Muhammadiyah Jember.

Pada penelitian ini proporsi campuran beton ringan yang akan dibuat diambil berdasarkan hasil perhitungan mix design dengan perbandingan 1 semen : 1,82 pasir : 2,6 koral. Semen portland yang digunakan adlah PCC ( Pozzoland Portland Cement ), sedangkan untuk agregat kasar adalah campuran batu pecah dengan batu skoria yang diambil dari bukit akibat galian tambang yang berasal dari Kotakan Situbondo, agregat halus adalah pasir yang diambil dari desa Sumber Kalong, Jember. Benda uji silinder dibuat dengan 5 variasi campuran yaitu :

- a. 0% agregat batu skoria dan 100% agregat normal.
- b. 25% agregat batu skoria dan 75% agregat normal.
- c. 50% agregat batu skoria dan 50% agregat normal.
- d. 75% agregat batu skoria dan 25% agregat normal.
- e. 100% agregat batu skoria dan 0% agregat normal

Pengujian bahan agregat halus ( uji kadar lumpur, analisa ayakan, berat volume, berat jenis dan kadar air). Agregat kasar ( berat volume, berat jenis, kadar air, analisa ayakan dan kadar lumpur). pembuatan benda uji berjumlah 23 sampel dari 5 komposisi variasi

campuran. Perawatan ( curing) dilakukan sesuai standar beton ringan yaitu pada umur 28 hari untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan Kuat Tekan, Kuat tarik Belah dan Modulus Elastisitas.

## 4. ANALISA dan PEMBAHASAN

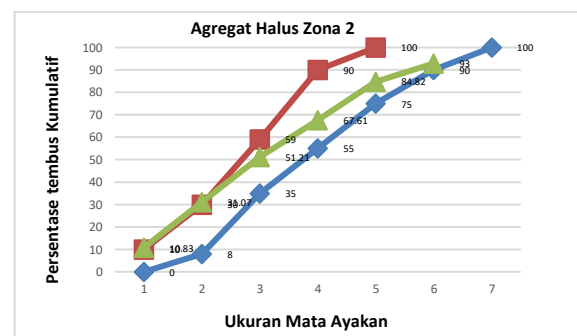
### a. Pengujian Agregat Halus

Dari hasil pengujian Agregat Halus yang disampaikan pada **Tabel 3**, terlihat bahwa hasil dari setiap pengujian bahan yang dilakukan akan berpengaruh terhadap komponen beton dan kekuatan beton nantinya. Pasir alami yang diambil dari Desa Sumber Kalong, Jember ini memiliki berat jenis sebesar 2,41 termasuk kedaam agregat normal berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1. Pada **Gambar 1**, pasir dalam penelitian ini masuk kedalam agregat halus Zone 2 dimana mempunyai karakteristik agak kasar tidak halus dengan tekstur tidak terlalu tajam dan dan juga butirannya kecil-kecil dan berwarna gelap kecokelatan. Besarnya penyerapan agregat halus juga tergantung dari pori-pori yang ada dalam butir agregat itu sendiri yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penyerapan pada agregat halus yang akan digunakan.

**Tabel 3.** Karakteristik Fisik Agregat Halus

No	Jenis pengujian	A. Halus
1	Berat Jenis	2,41
2	Kadar Air (%)	4,38
3	Penyerapan Air (%)	7,65
4	Berat Volume	1,17
5	Kadar Lumpur	0,178
6	Modulus (FM)	4,60

Sumber : Perhitungan Excel





**Gambar 1.** (Zone) Agregat Halus  
 Sumber : Perhitungan Excel

7	LA (Los Angeles) (%)	51,25
---	----------------------	-------

Sumber : Perhitungan Excel

**b. Pengujian Agregat Kasar**

Pengujian Agregat Ringan Skoria dan Agregat Batu Pecah yaitu disampaikan pada Tabel 4 dan 5 tampak terlihat perbandingan antara keduanya dimana berat jenis Agregat Ringan Skoria yang berasal dari Kotakan Situbondo memenuhi syarat sebagai agregat ringan yang akan digunakan untuk campuran beton ringan, namun tidak seperti pada agregat ringan umumnya terlihat nilai penyerapan air relative kecil dikarenakan karakteristik pada batu Skoria ini berbeda dengan agregat ringan lainnya, memiliki karakteristik pori-pori yang tidak terlalu besar, berwarna hitam gelap, mudah hancur di bagian luar dan keras di bagian dalamnya sesudah dilakukan pengujian (Los Angeles). Jika dilihat dari nilai persentase hancur sebesar 51,29% tampak bahwa Agregat batu Skoria tidak memenuhi standar ASTM maupun SII 0052-80 yaitu maksimum hancur 27%-40% untuk SII dan 40% untuk standar ASTM. Dari batasan yang dibetikan oleh standar ASTM maupun standar SII agregat batu skoria tidak dapat digunakan sebagai agregat beton pada penelitian ini, namun dapat sekiranya mencoba terlebih dahulu (trial and error) diharapkan nantinya dapat memenuhi kriteria kuat tekan beton ringan yang maksimal sesuai standar SNI menggunakan agregat ringan batu skoria.

**Tabel 4.** Karakteristik Fisik Agregat Ringan Skoria

No	Pengujian	A. Kasar
1	Berat Jenis	1,47
2	Kadar Air (%)	0,60
3	Penyerapan Air (%)	1,72
4	Berat Volume	0,430
5	Kadar Lumpur	0,011
6	Modulus (FM)	10,90

**Tabel 5.** Karakteristik Fisik Agregat Batu Pecah

No	Pengujian	A. Kasar
1	Berat Jenis	2,55
2	Kadar Air (%)	1,39
3	Penyerapan Air (%)	1,01
4	Berat Volume	1,175
5	Kadar Lumpur	0,008
6	Modulus (FM)	3,79

Sumber : Perhitungan Excel

**c. Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas**

Pengujian terhadap kuat tekan pada silinder beton yang dilakukan pada umur 28 hari dapat dilihat pada **Tabel 6** terlihat bahwa kuat tekan rata-rata beton agregat batu skoria paling tinggi sebesar 14,85 Mpa, dari variasi campuran BAS 25% dengan berat isi rata-rata 1994,71 kg/m<sup>3</sup>. Dapat dilihat pada **Gambar 2**, dimana semakin banyak campuran agregat ringan Batu Skoria maka kekuatan tekan dan berat isi beton akan semakin menurun. Pengujian ini dilakukan setelah beton mengalami masa perawatan (curing), sehingga proses hidrasi beton dapat sesuai dengan yang diharapkan, dan pengujian kuat tekan ini mengikuti standart ASTM C-36 .

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan terhadap beton berbentuk silinder sebanyak 14 buah yaitu masing-masing diuji 3 sampel dari setiap variasi campuran dari 23 total buah sample dan 2 buah beton normal yaitu 0% agregat Batu Skoria. Pengujian modulus elastisitas mengikuti standart SNI 10-2847-2002.

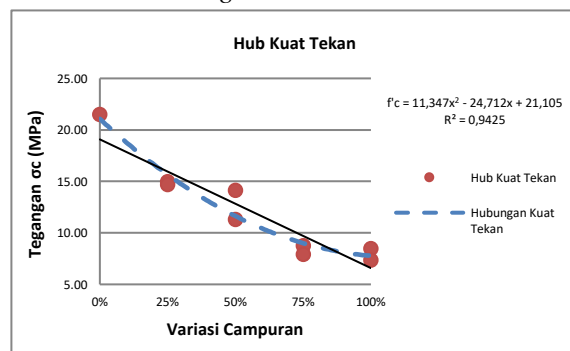
Ditinjau dari grafik hubungan tegangan-regangan beton gabungan antara beton normal dengan agregat ringan skoria pada **Gambar 3**. menunjukkan bahwa beton normal (berwarna biru) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton dengan agregat skoria, hal ini sesuai dengan hasil pengujian los angeles yang memiliki tingkat

keausan 51,29% lebih besar dari standar yang SNI yang telah ditentukan. Demikian juga dapat dilihat pada proporsi campuran lainnya dimana semakin banyak campuran agregat batu skoria maka nilai hubungan tegangan-regangan dan Modulus Elastisitas beton juga akan semakin menurun baik dari nilai kuat tekan maupun nilai modulus elastisitas yang dapat dilihat pada **Tabel 7**, dari beberapa macam variasi campuran.

**Tabel 6.** Kuat Tekan Beton

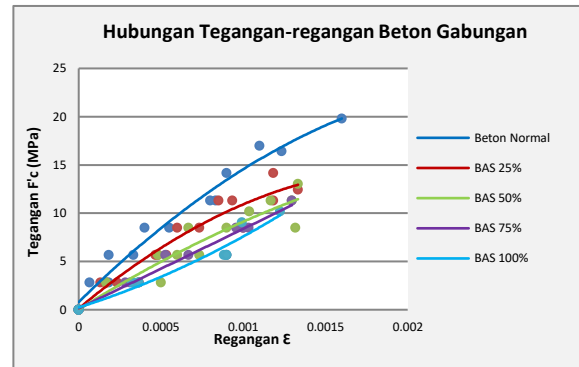
Kode	Massa	Gaya Tekan	Kuat Tekan / F'c	Rata rata
	(kg/cm <sup>3</sup> )	N	Mpa	
Normal	2273,58	380000	21,50	21,50
Bas 25%	2001,89	265000	15,00	14,85
Bas 25%	1987,55	260000	14,71	
Standar Deviasi			3,84	
Bas 50%	1.873,58	250000	14,15	12,73
Bas 50%	1.772,64	200000	11,32	
Standar Deviasi			2,00	
Bas 75%	1721,70	150000	8,49	8,21
Bas 75%	1583,96	140000	7,92	
Standar Deviasi			0,40	
Bas 100%	1596,23	150000	8,49	7,92
Bas 100%	1591,51	130000	7,36	
Standar Deviasi			0,8	

Sumber: Perhitungan excel



**Gambar 2.** Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Campuran BAS 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

Sumber : Perhitungan Excel



**Gambar 3.** Hubungan Tegangan - Regangan Beton Gabungan.

Sumber : Perhitungan Excel

Pengujian modulus elastisitas tergantung pada besarnya tegangan terhadap kuat tekan. Sedangkan kuat tekan dipengaruhi oleh bahan/material pembentuk beton dan juga kepadatan beton itu sendiri. Oleh karena itu, jika kepadatan beton memenuhi persyaratan, maka kuat tekan dan tegangan akan meningkat. Nilai modulus elastisitas juga dipengaruhi oleh besarnya regangan yang terjadi, semakin kecil regangan yang didapat maka semakin besar modulus elastisitasnya. Regangan sangat bergantung pada lendutan/deformasi yang terjadi, besarnya lendutan/deformasi juga sangat dipengaruhi oleh kekuatan dan kepadatan material pembentuk beton.

#### d. Pengujian Kuat Tarik Belah

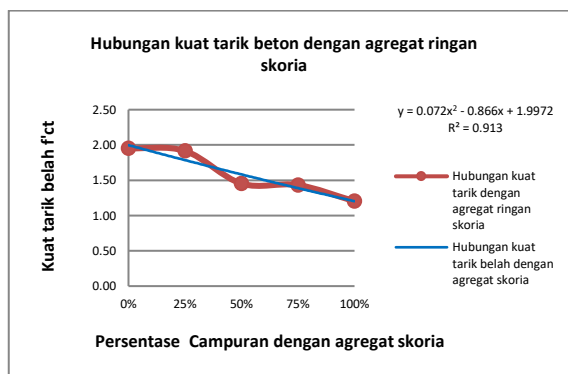
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran besarnya tegangan rekah beton dengan menggunakan bahan tambahan serat sago dan hasilnya dibandingkan dengan beton normal. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan Tensile Splitting Test (TST) yaitu suatu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kuat tarik belah. Pada mesin penguji ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang

silinder. Menurut Istimawan Dipohusido (1994), kuat tarik belah memiliki perbandingan sekitar 9% - 15% dari kuat tekannya. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dapat dilihat pada **Tabel 8**, dari berbagai variasi diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 8.** Hubungan kuat Tekan dengan Kuat Tarik

Kode	Berat	Kuat Tekan	Rata rata	Kuat Tarik	Rata rata
	(kg/m <sup>3</sup> )	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
Normal	2273,58	21,50	21,50	2,42	2,22
BAS 25%	2001,89	15,00	14,86	1,95	1,93
	1987,55	14,71		1,92	
BAS 50%	1.873,58	14,15	12,74	1,45	1,44
	1.772,64	11,32		1,43	
BAS 75%	1721,70	8,50	8,21	1,20	1,15
	1583,96	7,92		1,10	
BAS 100%	1596,23	8,49	7,93	1,00	1,00
	1591,51	7,36		1,00	

Sumber : Perhitungan Excel



**Gambar 4.** Hubungan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Agregat Skoria.

Sumber : Perhitungan Excel

Daniel Mandala Putra (2015) dalam penelitiannya memenuhi spesifikasi sesuai SNI dan mendapatkan hasil kuat tarik belah sebesar 2,0 dengan bahan campuran (*crump rubber*) batu pecah 75% dan genteng 25% dengan faktor air semen 0,28. Dari grafik diatas penelitian ini hanya memperoleh kuat tarik sebesar 1,9 MPa dengan variasi campuran

agregat ringan skoria 25%, agregat normal 75%, maka dari hasil demikian belum bisa mencapai kuat tarik sesuai standart spesifikasi SNI untuk beton ringan struktural.

### e. Pembahasan

Dari perhitungan kuat tekan dan modulus elastisitas beton diatas ternyata hasil yang didapat bertolak belakang dengan penelitian terdahulu. Hendro Suseno (2013) pada penelitiannya menggunakan agregat ringan batu skoria dengan campuran coba-coba didapatkan kuat tekan beton optimum sebesar 23,4 MPa dengan berat isi rata-rata 1839,69 kg/m<sup>3</sup>, (Tabel 4.21). Dimana dengan kuat tekan demikian sudah memenuhi standar kuat tekan untuk beton ringan struktural yang ditentukan. Sedangkan pada penelitian ini dengan perbandingan komposisi campuran 1 semen : 1,8 pasir : 2,6 koral yang didapatkan dari hasil perhitungan mix design yaitu dengan kuat tekan rata-rata 10,93 MPa dengan berat isi rata-rata 1715,89 kg/m<sup>3</sup>, dimana mempunyai kuat tekan yang lebih rendah hal ini menunjukkan bahwa agregat ringan skoria Hendro Suseno (2013) yang berasal dari gunung Kelud Blitar dengan agregat skoria yang berasal dari Situbondo dalam penelitian ini memiliki perbedaan jenis dan karakteristik. Hubungan kuat tekan beton dengan campuran agregat ringan skoria nyatanya tidak berpengaruh banyak terhadap kuat tekan rencana K225 yang diharapkan. Agregat skoria sebagai bahan campuran beton ringan dalam penelitian ini mengalami penurunan kuat tekan yang diakibatkan oleh keausan agregat/kekerasan sebesar 51,29% setelah diuji LA (Los Angeles),

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang “Pengaruh Proporsi Agregat Kasar Batu Skoria terhadap Kinerja Beton Ringan” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Beton dengan variasi agregat skoria mempunyai kuat tekan lebih rendah sampai 66%, berturut-turut antara 25%, 47%, 63% dan 66%, untuk campuran BAS



25%, BAS 50%, BAS 75% dan BAS 100% dari kuat tekan beton normal. Beton dengan agregat ringan skoria mempunyai kuat tarik lebih rendah dari beton normal mengalami penurunan sampai 55%, berturut-turut antara 13%, 35%, 48% dan 55% untuk variasi campuran BAS 25%, BAS 50%, BAS 75% dan BAS 100% dari kuat tekan beton normal.

2. Beton dengan variasi agregat skoria mempunyai nilai modulus elastisitas yang lebih rendah sampai 61%, berturut-turut turun 36%, 50%, 56% dan 61%, untuk variasi campuran BAS 25%, BAS 50%, BAS 75% dan BAS 100% dari beton normal.

#### b. Saran

1. Beton dengan agregat ringan skoria sebaiknya digunakan untuk beton non struktural seperti panel-panel dinding pengisi dll.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- (PBI) Peraturan Beton Indonesia. (1971). *Pendjelasan & Pembahasan Mengenai Peraturan Beton Indonesia*. Bandung: Direktorat Djenderal Tjipta Karya Lembaga Penjelidikan Masalah Bangunan.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SK SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2461 2002 Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- ASTM C 1693-11. (2011). *Standard Specification for Autoclaved Aerated*

*Concrete (AAC)*. America: ASTM International (ASTM).

Neville, A. M., & Brooks, J. J. (1987). *Concrete Technology*. New York: Harlow, Essex, UK : Longman Scientific & Technical ; New York : J. Wiley, 1987.

Putra, D. M., & Widjaja, D. (2015). Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Crumb Rubber dan Pecahan Genteng. *Rekayasa Sipil Vol.4 No.2*, 76-88.

Suseno, H. (2013). Penggunaan Batuan Skoria dari Gunung Kelud Blitar Sebagai Agregat Kasar pada Beton Ringan Struktural. *Jurnal Rekayasa Sipil Volume 7, No.2*, 149-156.