

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU ONYX SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Beta Taufiq Raya, Edhy Wahyuni Setyowati, Retno Anggraini

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

E-mail : taufiqraya@yahoo.co.id

ABSTRACT

Beton merupakan Bahan yang didapat dengan mencampurkan semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Penggunaan beton yang masih mendominasi dewasa ini, membuat kebutuhan bahan material kerikil semakin meningkat. Di sisi lain terdapat beberapa lingkungan yang menghasilkan limbah padat. Sehingga menuntut adanya inovasi dalam pembuatan bahan material beton. Salah satunya dilakukan penelitian memanfaatkan limbah batu onyx yang memiliki porositas kecil sehingga dapat mengurangi penyerapan air pada agregat yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti agregat kasar kerikil pada beton. Salah satu sifat mekanik beton yang perlu diperhatikan adalah kuat lentur beton, yaitu kuat tarik beton tak langsung dalam keadaan lentur akibat momen dari beton. Metode pengujian yang digunakan dengan balok uji sederhana yang dibebani terpusat di tengah bentang di atas dua perletakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian kerikil dengan batu *onyx* terhadap kuat lentur beton dan mengetahui faktor air semen yang paling optimal. Balok uji yang dipakai yaitu berukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm dengan mutu K 200 dan menggunakan macam variasi faktor air semen 0,4, 0,5, dan 0,6. Hasil Penelitian menunjukkan beton dengan menggunakan agregat kasar batu *onyx* FAS 0,4 memiliki kuat lentur rata-rata 5,351 Mpa dan 5,092 untuk agregat kerikil dengan selisih 4,840%. FAS 0,5 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 4,157 Mpa dan 4,551 untuk agregat kerikil dan 4,551 Mpa dengan selisih 8,657%. FAS 0,6 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 3,128 Mpa dan 3,278 Mpa untuk agregat kerikil dengan selisih 4,795%. Dan FAS yang paling optimum pada penelitian ini adalah FAS 0,4 dan penggunaan limbah batu onyx dapat digunakan sebagai alternatif bahan pengganti agregat batu kerikil untuk beton struktural.

Kata Kunci : beton, kuat lentur, faktor air semen (FAS), batu *onyx*

ABSTRACT

Concrete is a material obtained by mixing Portland cement and other hydraulic cement, fine aggregate, coarse aggregate and water, with or without additives, which form a solid future. The use of concrete that still dominate today, making the need for gravel materials is increasing. On the other hand there are some neighborhoods that generate solid waste. So it requires innovation in the manufacture of concrete material. One of them carried out research utilizing waste onyx stone that has a small porosity so as to reduce the absorption of water in the aggregate are expected to be used as an alternative to gravel coarse aggregate in concrete. One of the mechanical properties of concrete that needs to be considered is the flexural strength of concrete, the indirect tensile strength of concrete in a state of bending moments result from the concrete. Testing method used to test simple beam loaded at midspan centered on two placement. The purpose of this study was to determine the effect the replacement of gravel with onyx stone for flexural strength of concrete and cement determine the most optimal water. The test beam is used which measures 60 cm x 15 cm x 15 cm with a quality K 200 and use a wide variety of cement water factor of 0.4, 0.5, and 0.6. Research shows using coarse aggregate concrete with onyx stone FAS has a flexural strength of 0.4 on average 5.092 to 5.351 MPa and gravel aggregate with a difference of 4.840%. FAS 0.5 onyx stone coarse aggregate has an average flexural strength 4.157 MPa and 4,551 to 4,551 MPa and a gravel aggregate with a difference of 8,657%. FAS 0.6 onyx stone coarse aggregate has an average flexural strength 3.128 MPa and 3.278 MPa for gravel aggregate by a margin of 4.795%. And FAS most optimum in this study was 0.4 and the use of waste FAS onyx stone can be used as an alternative substitute gravel aggregate for structural concrete.

Key words: concrete, flexural strength, water-cement factor (FAS), onyx stone

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang didapat dengan mencampurkan semen baik semen hidrolik maupun semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambah. Sampai saat ini sebagian besar sarana dan prasarana (infrastruktur) yang ada menggunakan konstruksi beton karena konstruksi beton merupakan material yang masih mendominasi pemakaian bahan konstruksi. Hal ini disebabkan bahan pembuat beton mudah dicari dan didapat, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, biaya pemeliharaan yang kecil, lebih praktis dalam pengerjaan, mampu memikul beban yang berat dan lebih tahan terhadap berbagai cuaca. Disamping itu, beton juga dapat dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memperindah bentuk suatu bangunan. Dengan pemakaian beton yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan kerikil sebagai agregat kasar dalam campuran beton sangatlah banyak, sehingga memicu bahan alternatif pengganti kerikil dalam pembuatan beton.

Banyak penelitian yang telah mencoba mengganti material yang ada dengan material yang lain. Pada penelitian ini pembuatan beton dengan mengganti agregat kasar dengan limbah batu *onyx* diterapkan guna untuk mengurangi pemakaian kerikil agar keseimbangan lingkungan terjaga. Ketersediaan limbah batu *onyx* ini bisa didapat di Desa Gamping, kecamatan Campur Darat, kabupaten Tulungagung. Batu *onyx* ini memiliki warna yang indah dan memiliki pori yang sangat kecil. Dengan pori yang sangat kecil, penyerapan air pada agregat juga kecil, sehingga kekuatan beton akan lebih tinggi.

Pada penelitian ini pengganti agregat kasar pada pembuatan beton

digunakan variasi FAS (Faktor Air Semen) 0,4, 0,5, dan 0,6 dengan benda uji berupa balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm. Metode pengujian yang digunakan dengan balok uji sederhana yang dibebani terpusat di tengah bentang di atas dua perletakan.

Berdasarkan penjelasan diatas diatas maka diperlukan suatu penelitian mengenai pengaruh limbah batu onyx terhadap kuat lentur beton, untuk mengetahui kekuatan lentur akibat pembebanan yang terjadi.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Apakah limbah batu onyx dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar untuk beton?
2. Berapa besar kuat lentur beton dengan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar dibandingkan dengan kuat lentur beton normal?
3. Berapa prosentase faktor air semen (FAS) untuk menghasilkan kuat lentur beton yang maksimal

TINJAUAN PUSTAKA

. Sifat-sifat beton segar setelah mengeras sangat penting untuk diketahui sehingga dapat digunakan dalam perencanaan yang diinginkan (Amri, 2005). Karakteristik beton antara lain (Susanti, 2011): Kuat tekan tinggi, harga murah, bahan-bahan penyusun mudah didapat, mudah diolah, tahan terhadap api, tahan lama, minimal untuk jangka waktu 30-40 tahun, tidak mengalami pembusukan, biaya pemeliharaan rendah, tahan terhadap temperatur tinggi dan anti korosi, kekuatan pada umur 28 hari, minimal 70% dari kekuatan yang sebenarnya.

Sesuai dengan SNI 03-2834-1992, beton normal adalah beton yang

mempunyai berat sisi antara 2200 sampai dengan 2500 kg/m³ dengan bahan penyusun air, pasir, semen Portland dan batu alam baik yang dipecah atau tidak, tanpa menggunakan bahan tambahan.

Faktor Air Semen

Menurut SNI 03-2834-2000 faktor air semen adalah angka perbandingan antara berat iair bebas dan berat semen dalam beton.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti kekuatan beton semakin tinggi. Umumnya nilai FAS minimum sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2003)

Batuan

Batuan alam yang terdapat di permukaan bumi diklasifikasikan sebagai berikut (amri, 2005) :

1. Batuan beku (batuan vulkanis)
2. Batuan sedimen atau batuan sekunder
3. Batuan metamorf atau malihan

Dari ketiga jenis batuan yang ada, batu onyx dalam klasifikasi batuan metamorf karena bentuk batu onyx menyerupai batu topas yang tergolong dalam batuan metamorf kontak pneumatolis. Batu topas terbentuk dari batu kuarsa yang mengalami metamorfosa akibat adanya pengaruh gas-gas pada magma yaitu gas fluorium.



Gambar 1. Batu Topas



Gambar 2. Batu Onyx

Batu Onyx

Onyx merupakan kombinasi dari kedua mineral yang mengandung $[CaMg(CO_3)_2]$ dan $(CaCO_3)$ terbentuk dari metamorfosa kristal padat , atau kombinasi dari kedua kandungan tersebut.

Tekstur *Onyx* yang kristal terjadi karena, pada rongga atau tekanan batu kuarsa yang berasal dari, larutan kalsium karbonat baik yang terjadi pada temperatur panas atau dingin, sehingga batu onyx berwarna kristal. Sehingga bisa tembus cahaya. (candra, adhitya 2010) .

Limbah dari kerajinan batu onyx ini ada 2 macam yaitu berupa kerikil dan berupa pasir. Ciri – ciri batu onyx diantaranya sebagai berikut: (candra, adhitya 2010) :

1. Berwarna putih kecoklatan
2. Mempunyai permukaan yang tajam dan keras, sehingga memberikan ikatan yang kuat pada pasta semen
3. Limbah onyx ini lebih bersih dari lempung dan lumpur, yang dapat menghalangi ikatan dengan pastasemen.
4. Pasir onyx mempunyai karakteristik yang sama dengan pasir sungai, tetapi dalam pasir onyx ini berwarna

putihkecoklatan dan mempunyai butir-butir halus dengan ukuran butiran antara 0,5 mm dan 5 mm. Dimanabutiran ini hampir mendekati karakteristik pasir yang berasal dari kikisan bebatuan yang berasal dari sungai

5. Kerikil onyx mempunyai karakteristik bentuk yang tajam, keras, dengan ukuran ≥ 5 mm sampai dengan 30 mm
6. Tidak mengandung bahan organis, sehingga proses pengerasan semen tidak terhambat, karena bahan organik dapat menghambat pengerasan semen

Tabel 1 Kandungan Kimia Batu Onyx

No	Unsur Kimia	Kandungan (%)
1	Kalsium (Ca)	98.39
2	Besi (Fe)	0.13
3	Cobalt (Co)	0.11
4	Tembaga (Cu)	0.045
5	Molybdenium (Mo)	0.32
6	Samarium (Sm)	0.32
7	Erbium	0.10
8	Ytterbium	0.76
Jumlah		100

Sumber : Pengujian XRF

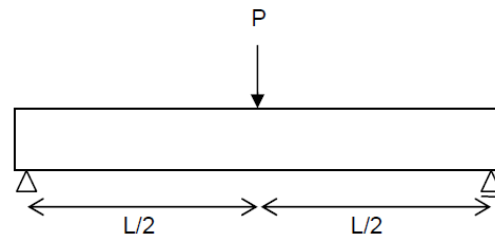
Dari **Tabel 1** dapat terlihat bahwa kandungan kalsium pada batu onyx lebih banyak dibandingkan kandungan lainnya yaitu sebesar 98.39 +/- 0.29%.

Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton untuk dapat menahan gaya, dengan arah tegak lurus sumbu, yang diberikan pada balok beton sampai retak atau patah yang dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (Mpa). Kuat tarik dalam lentur disebut sebagai modulus runtuh (Modulus of Rupture) (SNI 03-4154-1996).

Untuk batang yang mengalami lentur yang dipakai dalam desain adalah besarnya modulus runtuh (f_r). Dalam sebuah balok elastis homogen yang menerima momen lentur, tegangan- tegangan. Kuat lentur biasanya mempunyai nilai 1,5 kali kuat tarik belah (Amri, 2005).

Benda uji yang digunakan adalah balok beton berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya (SNI 03-4154-1996). Benda uji direncanakan mengalami keruntuhan tarik dengan beban terpusat tunggal di tengah.



Gambar 3 Pembebanan Kuat Lentur

- Perhitungan Kuat Lentur

Kuat Lentur dihitung dengan rumus sebagai berikut (SNI 03-4154-1996) :

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2}$$

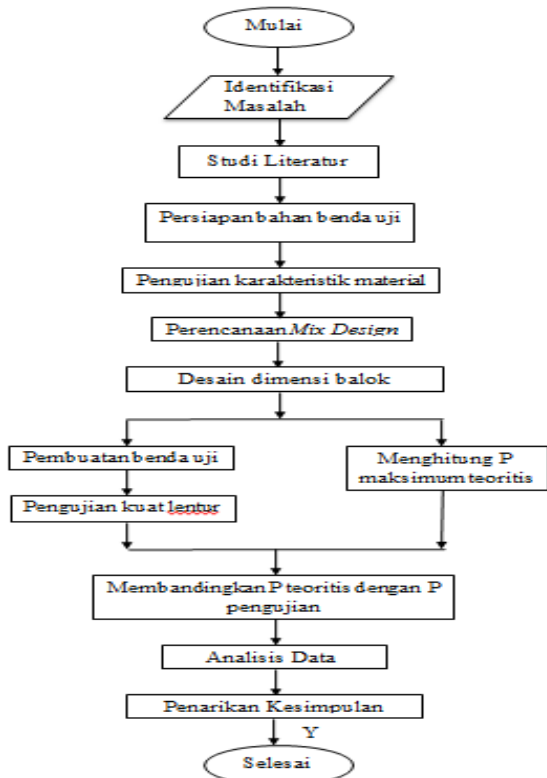
Keterangan :

- f_{lt} = Kuat Lentur (Mpa)
- P = Beban maksimum
- L = Panjang bentang diantara dua blok tumpuan (mm)
- b = lebar balok (mm)
- d = tinggi balok (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan bahan dasar utama yang menjadi objek penelitian yaitu limbah batu *onyx* sebagai pengganti agregat kasar dengan kadar 100% sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton kemudian sebagai pembanding dengan agregat kasar 100% batu kerikil.

Secara umum tahapan penelitian yang dilakukan terdapat dalam diagram berikut :



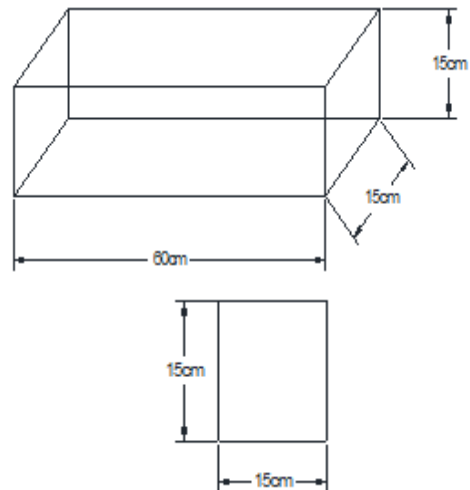
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Bahan yang digunakan untuk pembuatan beton normal sebagai berikut :

- a. Semen yang digunakan adalah semen gresik tipe PPC yang setara dengan semen portland tipe I
- b. Air yang digunakan adalah air bersih dari PDAM yang tersedia di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- c. Agregat Halus yang digunakan adalah pasir hitam dari kota Malang yang masuk dalam gradasi zona II (20mm)
1. Agregat Kasar yang digunakan adalah limbah batu onyx yang merupakan bahan buangan dari kerajinan batu onyx yang berasal dari Desa gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung dan batu kerikil yang digunakan adalah batu sungai yang berada di kota Batu.

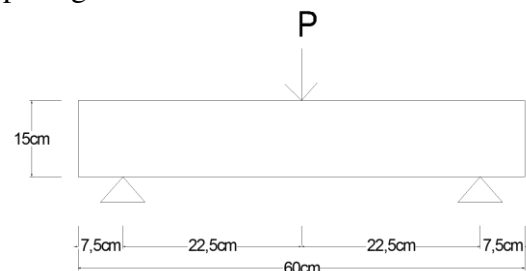
Benda uji pada penelitian adalah balok sederhana berukuran 60cm x 15cm x 15cm. Jumlah benda uji pada penelitian ini terdapat 45 benda uji, 10 balok untuk agregat kasar batu onyx dan 5 balok untuk agregat kasar batu kerikil untuk masing – masing faktor air semen 0,4, 0,5, dan 0,6. Pembuatan benda uji ini dilakukan di Laboratorium struktur dan bahan konstruksi.

Pembuatan benda uji mengikuti SNI 03-4154-1996 tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Lansung. Skema benda uji balok beton dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2 Skema Dimensi Balok Beton

Benda uji dibebani terpusat langsung di tengah bentang yang ditumpu dengan 2 tumpuan yaitu sendi dan rol, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3 Skema Pembebanan Balok

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Hasil pengujian karakteristik yang pertama adalah pemeriksaan gradasi agregat. Untuk agregat halus (pasir) masuk pada zona 2 dan agregat kasar (batu onyx dan batu kerikil) juga masuk pada zona 2. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan modulus halus, berat jenis, kadar air, penyerapan dan berat isi yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Pasir Hitam
Modulus Halus	-	2,73
Berat Jenis SSD	-	2,65
Kadar Air	%	0,018
Penyerapan	%	0,62
Berat Isi	gram/cm ³	1,45

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Kerikil Normal	Kerikil Onyx
Modulus Halus	-	6,54	6,66
Berat Jenis SSD	-	2,59	2,63
Penyerapan	%	1,17	0,86
Kadar Air	%	0,044	0,009
Keausan	%	-	24
Berat Isi	%	1,37	1,54

Mix Design

Perencanaan campuran beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang mengacu pada metode DOE. Dari hasil pemeriksaan material dan perhitungan mix design didapatkan komposisi yang ditunjukkan pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 4 Komposisi Canpuran Beton Normal Agregat Batu Kerikil

FAS	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
0,4	1	0,388	1,07	1,667
0,5	1	0,485	1,526	2,114
0,6	1	0,583	2,006	2,597

Tabel 5 Komposisi Canpuran Beton Normal Agregat Batu Onyx

FAS	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
0,4	1	0,392	1,091	1,695
0,5	1	0,491	1,554	2,177
0,6	1	0,59	2,041	2,636

Benda uji kuat tekan beton berupa silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Proses perawatan atau *curing* benda uji silinder ini dilakukan dengan direndam selama 28 hari setelah 1 hari dilepas dari cetakannya. Kemudian diangkat dan didiamkan hingga mencapai umur beton 28 hari. Kemudian dilakukan pengujian tekan. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Kuat Tekan Rata – Rata Beton

FAS	Hasil	
	Onix (Mpa)	Normal (Mpa)
0,4	33,309	35,963
0,5	24,303	24,702
0,6	17,345	17,419

Berdasarkan **Tabel 6**. didapat nilai kuat tekan beton rata-rata untuk agregat batu onyx FAS 0,4 sebesar 33,309 Mpa, FAS 0,5 sebesar 24,309 Mpa, dan FAS 0,6 sebesar 17,345 Mpa, untuk nilai kuat tekan beton rata-rata untuk agregat batu kerikil didapatkan FAS 0,4 35,963 Mpa,

FAS 0,5 sebesar 24,702 Mpa, dan FAS 0,6 sebesar 17,419 Mpa.

Mutu beton yang direncanakan pada perencanaan *mix design* sebesar 20 Mpa atau 16,285 Mpa. Hasil kuat tekan menunjukkan bahwa beton memiliki nilai yang lebih tinggi dari perencanaan, jadi sudah sesuai dengan perencanaan *mix design*

Hasil Analisa Balok Beton

Hasil perbandingan P teoritis dan P pengujian ditunjukkan pada **Tabel 7** berikut :

Tabel 7 Hasil Perhitungan Teoritis

Kapasitas Lentur Batu *Onyx*

FAS	Agregat Kasar Batu <i>Onyx</i>		Perbandingan Selisih (%)
	P Teoritis (kg)	P Pengujian (kg)	
0,4	2012	2805	28,271
0,5	1725	2165	20,323
0,6	1475	1639	10,006

Tabel 8 Hasil Perhitungan Teori Kapasitas Tarik Lentur Kerikil

Agregat Kasar Kerikil

FAS	Agregat Kasar Kerikil		Perbandingan Selisih (%)
	P Teoritis (kg)	P Pengujian (kg)	
0,4	2099	2650	20,792
0,5	1739	2370	26,624
0,6	1461	1730	15,549

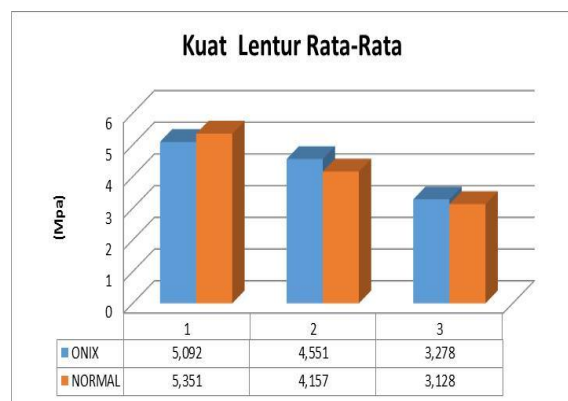
Dari hasil perhitungan kapasitas kuat lentur balok beton didapat nilai beban maksimum (P_u) teoritis beton untuk agregat Kerikil memiliki perbandingan selisih untuk FAS 0,4 sebesar 20,792 %, FAS 0,5 sebesar 26,624 %, FAS 0,6 sebesar 15,549 %. Untuk agregat batu

Onix FAS 0,4 sebesar 28,271 kg, FAS 0,5 sebesar 20,323 %, FAS 0,6 sebesar 10,006 %.

Analisa Kuat Lentur Beton

Tabel 9 Nilai Kuat lentur Rata – Rata

FAS	Balok		
	Kuat Lentur Rata - Rata Kerikil (Mpa)	Kuat Lentur Rata - Rata <i>Onyx</i> (Mpa)	Perbandingan Selisih (%)
0,4	5,092	5,351	-4,840
0,5	4,551	4,157	8,657
0,6	3,278	3,128	4,795



Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Lentur Rata-Rata

Pada **Tabel 9** dan **Gambar 4** dapat diketahui besarnya nilai kuat lentur balok uji. Beton dengan menggunakan agregat kasar batu *onyx* FAS 0,4 memiliki kuat lentur rata-rata 5,351 Mpa dan 5,092 untuk agregat kerikil dengan selisih 4,840%. FAS 0,5 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 4,157 Mpa dan 4,551 untuk agregat kerikil dan 4,551 Mpa dengan selisih 8,657%. FAS 0,6 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 3,128

Mpa dan 3,278 Mpa untuk agregat kerikil dengan selisih 4,795%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa pengaruh Faktor Air Semen (FAS) mempengaruhi kuat lentur balok beton. Semakin tinggi FAS maka kekuatan balok akan semakin rendah, kuat lentur maksimum yang paling tinggi ada pada FAS 0,4 dan paling rendah ada pada FAS 0,6. Dan penggunaan Agregat kasar batu onyx dapat digunakan sebagai bahan alternatif bahan dalam pembuatan beton struktural.

HIPOTESA

1. Uji Hipotesa Faktor Air Semen

Pengujian hipotesa pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari variasi faktor air semen terhadap kuat lentur benda uji.

Hipotesa dalam pengujian ini adalah

HO = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa faktor air semen tidak mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur benda uji

H1 = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa faktor air semen tidak mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur benda uji.

Tabel 10 Hasil Perhitungan Hipotesa

Variasi	Faktor Air Semen	Between method	Within method	F hitung	F tabel	Keterangan
Batu Onyx	0,4	15,694	0,618	25,380	3,35	Ho ditolak dan H1 diterima
	0,5					
	0,6					
Batu Sungai	0,4	18,492	0,354	52,283	3,89	Ho ditolak dan H1 diterima
	0,5					
	0,6					

Dari hasil perhitungan **Tabel 11** untuk beton dengan batu *onyx* sebagai agregat kasarnya HO ditolak dan H1 diterima untuk $F_{hitung} > F_{tabel}$ jadi faktor air semen mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur benda uji pada kedua jenis

beton dengan agregat yang berbeda. untuk beton dengan batu pecah sebagai agregat kasarnya HO ditolak dan H1 diterima untuk $F_{hitung} > F_{tabel}$ jadi faktor air semen mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur benda uji pada kedua jenis beton dengan agregat yang berbeda

2. Uji Hipotesa Pengaruh Penggantian Agregat Kasar Batu Onyx

Pengujian hipotesa dengan uji Independent Sample T-test ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah agregat batu onyx mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap agregat batu kerikil. Hipotesis dalam pengujian ini adalah :

H1 = Hipotesis awal yang mengatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beton yang menggunakan limbah batu onyx dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat lentur benda uji.

H1 = Hipotesis awal yang mengatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beton yang menggunakan limbah batu onyx dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat lentur benda uji.

Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 11 Hasil Perhitungan Hipotesa

FAS	t tabel	t hitung	Keterangan
0,4	2.16	0,185	Ho diterima dan H1 ditolak
0,5	2.16	0,501	Ho diterima dan H1 ditolak
0,6	2.16	0,405	Ho diterima dan H1 ditolak

T_{hitung} berada pada daerah tolakan maka HO ditolak dan H1 diterima. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan antara

beton yang menggunakan limbah batu onyx dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat lentur benda uji.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan – kesimpulan mengenai pengaruh penggunaan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton terhadap kuat tarik lentur beton. Beberapa kesimpulan tersebut yaitu:

1. Pengaruh batu onyx sebagai pengganti agregat kasar dapat terlihat mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton. Pengaruh yang terlihat jelas yaitu terdapat perbedaan yang sangat kecil antara nilai kuat lentur batu onyx dengan batu kerikil.
2. Limbah batu onyx dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar pada bangunan struktural.
3. Variasi FAS berpengaruh pada kuat lentur balok. Dapat terlihat beton dengan menggunakan agregat kasar batu *onyx* FAS 0,4 memiliki kuat lentur rata-rata 5,351 Mpa dan 5,092 untuk agregat kerikil dengan selisih 4,840%. FAS 0,5 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 4,157 Mpa dan 4,551 untuk agregat kerikil dan 4,551 Mpa dengan selisih 8,657%. FAS 0,6 agregat kasar batu *onyx* memiliki kuat lentur rata-rata 3,128 Mpa dan 3,278 Mpa untuk agregat kerikil dengan selisih 4,795%. Dan FAS yang paling optimum pada penelitian ini adalah FAS 0,4.

SARAN

Pada saat melaksanakan penelitian dibutuhkan keobjektifan dan kesesuaian dengan keadaan yang benar-benar terjadi.

Sehingga terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan apabila mengadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan limbah batu *onyx* sebagai agregat kasar:

1. Pembuatan benda uji dilakukan secara berhati – hati dan sesuai dengan perhitungan masing – masing FAS yang akurat sehingga tidak terjadi kesalahan
2. Proses Perawatan beton dilakukan dengan baik sesuai dengan SNI, sehingga benda uji dapat dengan keadaan maksimal sebelum pengujian
3. Dicoba untuk melakukan penelitian dengan cara membakar beton dengan agregat batu onyx, karena adanya kandungan kalsium yang besar.
4. Dicoba variasi yang sekiranya dapat membantu menambah nilai kuat tekannya, misalkan ditambahkan zat aditif, sehingga dapat diketahui pengaruh lainnya yang dapat diberikan oleh limbah batu *onyx* ini sebagai pengganti agregat kasar setelah penambahan zat-zat yang lain

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committe 318-89, 1989. “Building Code Requirenebts for Reinforce Concrete”, ACI Manual of Concrete Practice, 1989.

Aditya, Candra. 2012. Pengaruh Penggunaan limbah Pasir Onix sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Kuat Lentur, Rembesan dan Penyerapan Air Genteng Beton. Malang: Widya Teknika.

Amri, Sjafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta

Anonim. Apa Itu Batu Onyx?. http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu_onyx. (diakses tanggal 06 Desember 2015)

Ansyari, Isya. 2013. *Batuan: Beku, Sedimen, Metamorf*. <http://learnmine.blogspot.co.id/2013/05/batuan-beku-sedimen-metamorf.html>. (diakses tanggal 07 Desember 2015)

Aulia, Farid. 2014. *Fakta, Fungsi dan Penggunaan Kalsium dalam Kehidupan*. <http://www.bglconline.com/2014/08/fakta-fungsi-penggunaan-kalsium/>. (diakses tanggal 21 Desember 2015)

Budiarto, Parikin., Jodi, Heri., Effendi, Nurdin., dan Yahya, Aziz K. 2004. *Pembuatan Komposit Partikulat Onix Diperkuat Poliester untuk Bahan Interior*. Tangerang : Puslitbang Iptek Bahan (P3IB).

Daryanto. 2005. *Kumpulan Gambar Teknik Bangunan*. Jakarta

Susilowati, Dewi., Ida Nugroho, dan Aryanti Nurhidayah. 2003. *Pengaruh Penggunaan Terak Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Lentur dan Berat Jenis Beton Normal dengan Metode Mix Design*. Surakarta : UNS Pabelan

Habibi, Muhammad Iqbal. 2014. *Pemanfaatan Limbah Batu Kapur sebagai Pengganti*

Agregat Kasar pada Beton. Jember : Jurusan Teknik Sipil. Universitas Jember.

Kusuma, Dwi. 2012 *Peranan Air dalam Pembuatan Beton*. <https://dwikusumadpu.wordpress.com/tag/faktor-air-semen/>. (diakses tanggal 02 Desember 2015)

Meilan, Sandi. 2014. *Pengrajin Batu Marmer dan Batu Onyx di Desa Cigunung Kecamatan Parungpoteng*. <http://mesa26tutor.blogspot.co.id/2014/03/pengrajin-batu-marmer-dan-onyx-di-desa.html>. (diakses tanggal 22 November 2015)

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.

SNI-03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*

SNI-03-4154-1996. *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung*

SNI-03-1750-1990. *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*

SNI-03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*

SNI-03-2847-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*

Tjokrodinuljo, Kardiyono, 1996, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Nafiri

Wibowo, Ari dan Edhi Wahyuni. 2003. *Teknologi Beton*. Malang : Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Sipil