

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

Dhita Rizki Rahmawati P

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono no. 167 Malang 65145-Telp (0341)587710
Email: dhita.cist@gmail.com

ABSTRAK

Limbah merupakan hasil buangan sebuah industri besar maupun kecil yang tidak dipakai lagi. Limbah yang tidak dipakai dapat diolah kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada ditelantarkan atau dibuang dan kemudian dibakar. Proses pembakaran malah memunculkan masalah baru yaitu polusi udara dimana-mana. Di Desa Gamping, kecamatan Campur Darat, kabupaten Tulungagung terdapat limbah batu onyx sisa dari hasil industri kerajinan batu yang melimpah. Limbah ini mempunyai beberapa sifat yang dimiliki oleh agregat kasar. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton dengan meninjau kuat tekannya yang nantinya dibandingkan dengan beton normal. Setelah mendapatkan hasil dari kuat tekan dengan variasi FAS (Faktor Air Semen) yaitu 0,4, 0,5 dan 0,6 serta variasi umur beton yang beragam yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Diketahui bahwa perbandingan nilai kuat tekan tidak terlalu jauh, berkisar antara 2% hingga 21%. Dengan hasil rata-rata kuat tekan tertinggi berada pada FAS 0,4 dan terendah berada pada FAS 0,6. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa penggunaan batu onyx sebagai bahan pengganti batu pecah dapat digunakan sebagai beton struktural.

Kata-kata kunci: limbah batu onyx, faktor air semen, umur beton, kuat tekan

ABSTRACT

Waste is a waste product of a large industry and households that are not used anymore. The useless waste can be recycled to obtain better results than being abandoned or discarded and then burned. New problem arising from the combustion process is air pollution everywhere. In the Gamping Village, Campur Darat Districts, Tulungagung there onyx stone waste of rest the results of stone craft industry as abundant. This waste has several properties owned by the coarse aggregate. Therefore, this study was conducted by utilizing onyx stone waste as coarse aggregate in the concrete mix by reviewing the compressive strength which be compared the normal concrete. After getting the results of the compressive strength with variations FAS (water-cement ratio), namely 0.4, 0.5 and 0.6 as well as variations in the age of concrete namely 7 days, 14 days, 21 days and 28 days. It is known that the ratio of the compressive strength is not too far away, ranging from 2% to 21%. With an average yield of highest compressive strength is at FAS 0,4 and the lowest is at FAS 0,6. From these results it can be stated that the use of onyx stone as a substitute for crushed stone material can be used as structural concrete.

Keywords: onyx stone waste, water-cement ratio, age of concrete, compressive strength

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengrajin batu di Desa Gamping, kecamatan Campur Darat, kabupaten Tulungagung telah memproduksi beraneka kerajinan batu yang juga menghasilkan limbah dari hasil kerajinan tersebut. Limbah ini telah terlantarkan sekian lama dan tidak dimanfaatkan dengan baik. Salah satu limbah yang memenuhi kriteria sebagai agregat yaitu batu onyx. Pemanfaatan batu onyx ini dilakukan guna membantu agar limbah tidak terbangun secara percuma. Dilihat dari bentuk fisik batu yang pori pada permukaannya tidak terlihat jelas, diharapkan batu onyx ini bersifat *impermeable* yang nantinya akan berpengaruh pada FAS (Faktor Air Semen). *Impermeable* merupakan sifat suatu bahan yang tidak dapat ditembus oleh partikel lain. Ditinjau pula umur beton yang beragam yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk mengetahui peningkatan kuat tekannya.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditinjau berdasarkan perilaku beton dengan agregat kasar berupa batu onyx dengan variasi faktor air semen yang beragam.

1. Bagaimana pengaruh variasi FAS pada kuat tekan beton dengan campuran limbah batu onyx.
2. Apakah limbah batu onyx dapat digunakan sebagai pengganti agregat yang baik.
3. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton dengan campuran limbah batu onyx dibandingkan dengan beton normal.

Batasan Masalah

Diambil beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Batu onyx yang diambil berupa bongkahan kecil sisa industri kerajinan batu di Desa Gamping, kecamatan Campur Darat, kabupaten Tulungagung yang nantinya

dipecahkan menjadi lebih kecil agar bisa menjadi pengganti agregat kasar pada beton.

2. Kuat Tekan yang ditinjau K200 = 16,285 MPa.
3. Menggunakan semen PPC.
4. Menggunakan Air PDAM kota Malang.
5. Menggunakan pasir hitam.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari.
7. Benda uji menggunakan cetakan silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm.
8. Beton diuji berdasarkan kuat tekan beton pada kondisi campuran FAS (Faktor Air Semen) yang beragam (yaitu : 0.4, 0.5 dan 0.6).
9. Tidak dilakukan analisa ekonomi atas penggantian agregat kasar dengan limbah batu onyx.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai maksud dan tujuan agar mendapatkan hasil sesuai seperti yang diinginkan.

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh FAS yang beragam (yaitu : 0.4, 0.5 dan 0.6) pada beton dengan batu onyx sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan campuran sesuai dengan SNI 03-2834-2000.
2. Untuk membuktikan bahwa limbah batu onyx dapat digunakan sebagai pengganti agregat yang baik.
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan campuran limbah batu onyx di bandingkan dengan beton normal.

TINJAUAN PUSTAKA

Batu Onyx

Batu onyx berasal dari pengunungan kapur yang mempunyai komposisi kimia CaCO_3 . Asal batu onyx ini yaitu batu kuarsa

yang telah bermetamorfosis akibat dari gas pada magma sehingga menjadi batu onyx yang tembus cahaya. Mineral kalsit yang terdapat pada batu onyx membuat batu onyx mempunyai pola dan ketebalan yang beragam. Batu onyx digolongkan ke dalam batuan metamorf kontak pematolisis. Ciri-ciri yang nampak jelas pada batu onyx ini yaitu warnanya yang putih bening dan sedikit kecoklatan, batu onyx tidak dikelilingi oleh lempung maupun lumpur dan batu onyx mempunyai permukaan yang tajam.

Kandungan Unsur Batu Onyx

Berikut adalah hasil dari pengujian XRF pada limbah batu onyx yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada beton :

Tabel 1. Unsur yang terkandung pada batu onyx

No.	Unsur	(%)
1	Ca	98.39 +/- 0.29
2	Fe	0.13 +/- 0.009
3	Co	0.11 +/- 0.0008
4	Cu	0.045 +/- 0.001
5	Mo	0.32 +/- 0.03
6	Sm	0.32 +/- 0.03
7	Er	0.10 +/- 0.009
8	Yb	0.76 +/- 0.03

Sumber: Hasil pengujian XRF

Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian dibutuhkan agar penelitian mempunyai tujuan. Pada penelitian ini hipotesa yang akan dibuktikan yaitu :

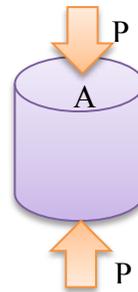
1. Faktor air semen yang mempunyai kuat tekan paling tinggi yaitu FAS yang mempunyai nilai slump paling rendah diantara FAS yang lainnya.
2. Beton dengan agregat kasar berupa batu onyx dapat dijadikan sebagai beton struktural.
3. Kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan limbah batu onyx mempunyai

nilai yang mendekati dengan nilai beton normal.

Kuat Tekan

Yang disebut kuat tekan yaitu kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas.

$$f_c' = P/A$$



Keterangan :

f_c' = Kuat Tekan

P = Gaya

A = Luas

S = Standart deviasi

ξ = Kuat tekan masing-masing benda uji

\bar{x} = Kuat tekan beton rata-rata

n = jumlah nilai hasil uji

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia), kuat tekan harus memenuhi $0.85 f_c'$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f_c' + 0.82 s$ untuk rata-rata empat buah benda uji yang berpasangan.

METODE PENELITIAN

Persiapan Alat dan Bahan

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap. Tahap awal dalam melakukan penelitian yaitu mempersiapkan alat dan bahan.

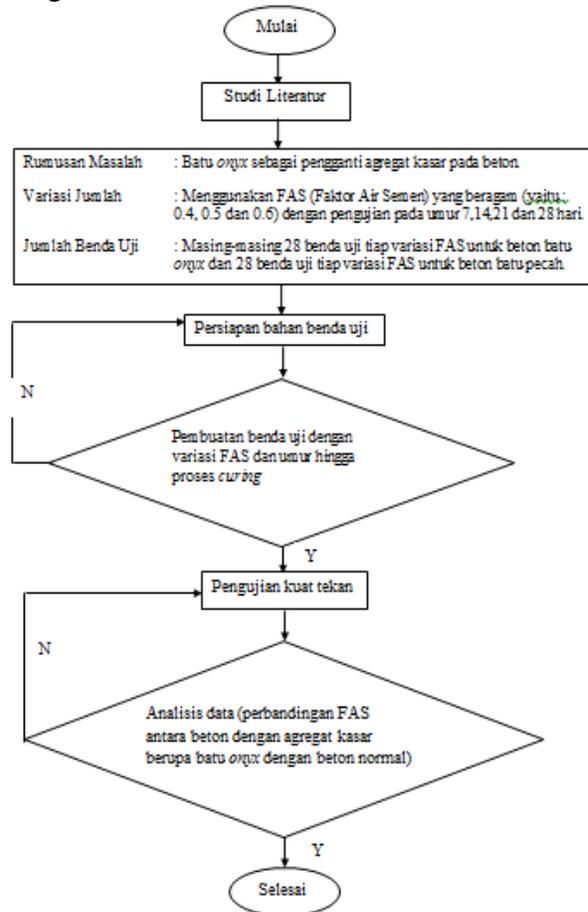
Alat-alat yang dibutuhkan meliputi satu set ayakan agregat kasar dan satu set ayakan agregat halus, mesin pengguncang, timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% berat benda uji, talem, kuas, sendok bahan, satu set alat uji berat jenis dan penyerapan, satu set alat uji berat isi, alat uji slump (kerucut Abrahams) dan tongkat berdiameter

16 mm dan panjang 600 mm, cetakan dari logam tebal berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, molen (*Mini Mix*), *Vibrator*, alat uji tekan.

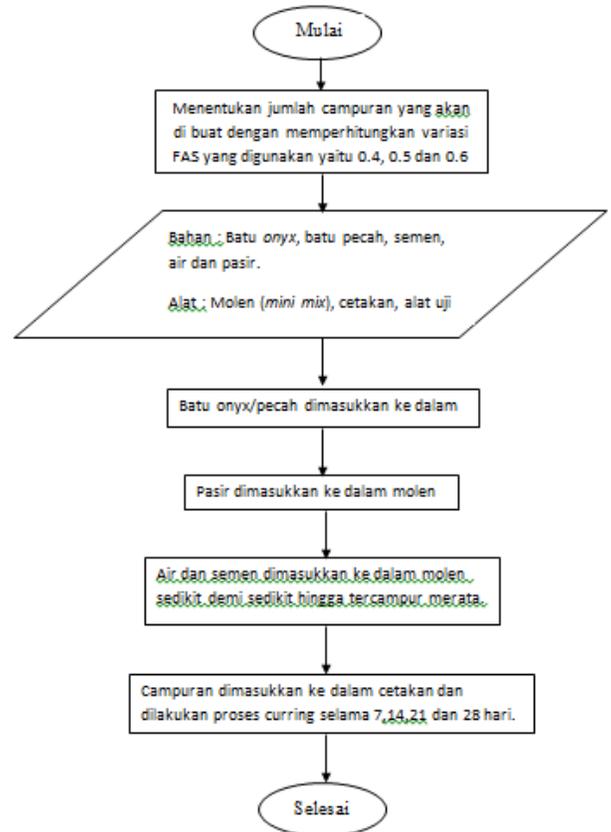
Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar berupa batu *onyx* yang diambil berupa bongkahan kecil sisa industri kerajinan batu di Desa Gamping, kecamatan Campur Darat, kabupaten Tulungagung yang nantinya dipecah menjadi lebih kecil agar bisa menjadi pengganti agregat kasar pada beton, agregat kasar berupa batu pecah dari batu sungai yang dipecahkan, agregat halus berupa pasir hitam, semen PPC, air PDAM kota Malang.

Diagram Pengerjaan

Untuk mempermudah memahami tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 1. Diagram penelitian



Gambar 2. Diagram pembuatan benda uji

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dalam dua campuran yang berbeda. Campuran dibagi menjadi semen, air, pasir, batu onyx dan semen, air, pasir, batu pecah. Dengan persentase agregat kasarnya 100% tanpa adanya percampuran dari kedua batu dalam satu adonan.

Tabel 2. Rancangan pembuatan benda uji

FAS	Batu Onyx (Buah)	Batu Pecah (Buah)
0,4	28	28
0,5	28	28
0,6	28	28
Jumlah Benda Uji	84	84

Berdasarkan tabel di atas jumlah benda uji dibedakan menjadi :

Batu onyx : 84 buah
 Batu pecah : 84 buah
 Jumlah : 168 buah

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Tahapan pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan SNI-03-1974-1990:3 yaitu:

1. Mempersiapkan benda uji silinder 15cm x 30cm yang telah melalui proses curing selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
2. Mengukur dan menimbang benda uji.
3. Meletakkan benda uji pada mesin secara sentris.
4. Meratakan bidang tekan pada benda uji.
5. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan dari awal hingga akhir yaitu berkisar antara 2 kg/cm² hingga 4 kg/cm² per detik.
6. Melakukan pembebanan hingga benda uji hancur.
7. Mencatat beban maksimum yang tertera pada indikator.



Gambar 3. Alat pengujian kuat tekan

Analisa Data

a. Uji Hipotesa

Untuk dapat mengetahui apakah variasi dari faktor air semen dan umur mempengaruhi kuat tekan benda uji. Maka digunakan analisis variansi (ANOVA) dengan analisa satu arah.

Metode analisis variansi dilakukan dua kali, tujuannya untuk mengetahui apakah ada atau tidak ada pengaruh yang terlihat terhadap

faktor air semen antara beton dengan limbah batu *onyx* yang digunakan sebagai pengganti batu pecah dan beton yang menggunakan batu pecah, dan untuk mengetahui apakah ada atau tidak ada pengaruh yang terlihat terhadap umur antara beton dengan limbah batu *onyx* yang digunakan sebagai pengganti batu pecah dan beton yang menggunakan batu pecah.

Dari analisis varian maka didapatkan rumus secara statistik sebagai berikut:

$$H_{0A} : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

$$H_{1A} : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$$

Dengan,

H_{0A} = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa faktor air semen tidak mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan benda uji.

H_{1A} = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa faktor air semen mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan benda uji.

Dan,

$$H_{0B} : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

$$H_{1B} : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$$

Dengan,

H_{0B} = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa umur tidak mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan benda uji.

H_{1B} = Hipotesis awal yang menyatakan bahwa umur mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan benda uji.

Dalam uji ANOVA, bukti sampel diambil dari setiap populasi yang sedang dikaji. Data-data yang diperoleh dari sampel tersebut digunakan untuk menghitung statistik sampel. Distribusi sampling yang digunakan

untuk mengambil keputusan statistik yakni menolak atau menerima hipotesis nol (H_0), adalah DISTRIBUSI F (*F Distribution*).

Indikator yang menentukan diterima atau tidaknya hipotesis diatas yaitu apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, begitu pula sebaliknya $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

b. Uji Hipotesis Selisih Nilai Rata-Rata Pengamatan Berpasangan

Untuk dapat mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan pada nilai kuat tekan antara beton yang menggunakan limbah batu *onyx* dengan beton yang menggunakan batu pecah.

Metode yang digunakan yaitu uji T. Uji T (*T Test*) ini dipilih karena sampel yang ada jumlahnya < 30 benda uji, yang biasa disebut dengan sampel kecil.

Dari uji T maka didapatkan rumus secara statistik sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Dengan,

H_0 = Hipotesis awal yang mengatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara beton yang menggunakan limbah batu *onyx* dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat tekan benda uji.

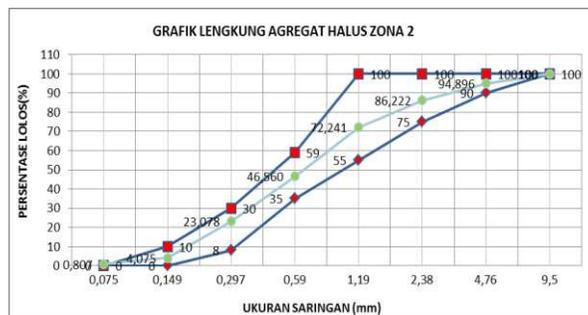
H_1 = Hipotesis awal yang mengatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara beton yang menggunakan limbah batu *onyx* dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat tekan benda uji.

Indikator yang menentukan diterima atau tidaknya hipotesis diatas yaitu jika hasil dari T_{hitung} tidak berada pada daerah tolakan

yang dibatasi oleh hasil dari T_{tabel} maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Sebaliknya, jika hasil dari T_{hitung} berada pada daerah tolakan yang dibatasi oleh hasil dari T_{tabel} maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Agregat Halus dan Agregat Kasar



Gambar 4. Grafik analisa ayakan pemeriksaan gradasi agregat halus

Tabel 3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan

Jenis Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	2,632
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	2,648
Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2,676
Penyerapan (%) (Absorption)	0,624

Tabel 4. Pemeriksaan kadar air dan berat isi agregat halus

Jenis Percobaan	Hasil
Kadar air rata - rata (%)	0,019
Berat isi agregat halus rata - rata (gr/cc)	1,446



Gambar 5. Grafik analisa ayakan batu pecah



Gambar 6. Grafik analisa ayakan batu onyx

Tabel 5. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan batu pecah

Jenis Percobaan	Hasil
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	2,561
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	2,591
Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2,640
Penyerapan (%) (Absorption)	1,169

Tabel 6. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan batu onyx

Jenis Percobaan	Hasil
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	2,609
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	2,632
Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	2,669
Penyerapan (%) (Absorption)	0,864

Tabel 7. Pemeriksaan kadar air dan berat isi batu pecah

Jenis Percobaan	Hasil
Kadar air rata - rata (%)	0,044
Berat isi agregat kasar rata - rata (gr/cc)	1,367

Tabel 8. Pemeriksaan kadar air dan berat isi batu onyx

Jenis Percobaan	Hasil
Kadar air rata - rata (%)	0,009
Berat isi agregat kasar rata - rata (gr/cc)	1,538

Hasil Analisis Mix Desain

Perbandingan semen : air : agregat kasar : agregat halus

a. Batu Pecah

FAS 0,4 = 1 : 0,388 : 1,070 : 1,667

FAS 0,5 = 1 : 0,485 : 1,526 : 2,144

FAS 0,6 = 1 : 0,583 : 2,006 : 2,597

b. Batu Onyx

FAS 0,4 = 1 : 0,392 : 1,091 : 1,695

FAS 0,5 = 1 : 0,491 : 1,554 : 2,177

FAS 0,6 = 1 : 0,590 : 2,041 : 2,63

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan FAS 0,4

No. Benda Uji	7 Hari (MPa)		14 Hari (MPa)		21 Hari (MPa)		28 Hari (MPa)	
	Batu Onix	Batu Pecah						
1	31,325	23,716	28,326	28,104	29,381	33,769	34,047	38,046
2	32,714	25,216	31,770	36,046	29,326	37,046	32,992	44,766
3	32,325	25,993	30,770	36,602	29,881	37,713	32,325	39,768
4	29,826	26,327	29,992	33,214	23,550	32,547	32,547	41,545
5	29,770	20,884	29,770	29,770	32,492	39,490	34,158	42,434
6	20,606	23,383	32,492	35,546	27,437	32,158	33,991	39,601
7	21,828	20,995	18,773	31,270	33,325	34,936	33,103	36,768
Rata-rata	28,342	23,788	28,842	32,936	29,342	35,380	33,309	40,418

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tekan FAS 0,5

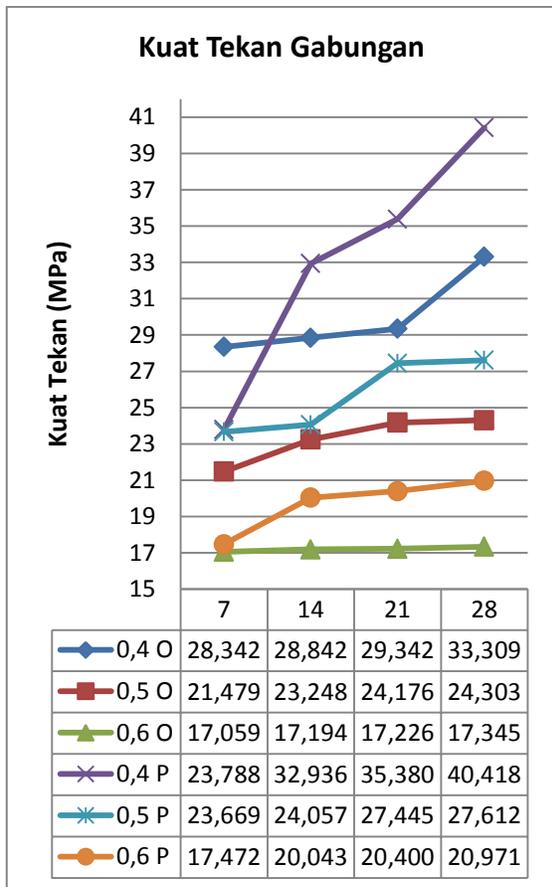
No. Benda Uji	7 Hari (MPa)		14 Hari (MPa)		21 Hari (MPa)		28 Hari (MPa)	
	Batu Onix	Batu Pecah						
1	22,161	25,271	26,993	21,994	24,327	23,772	25,605	28,882
2	22,383	23,938	25,049	27,160	24,161	27,715	23,883	26,715
3	19,662	25,049	20,661	21,828	24,049	29,159	26,438	27,437
4	22,494	20,939	26,660	24,494	24,549	28,548	23,161	27,660
5	17,607	23,772	12,497	25,716	24,216	29,326	24,161	26,493
6	23,161	25,327	24,216	19,606	24,605	28,382	23,105	25,327
7	22,883	21,383	26,660	27,604	23,327	25,216	23,772	30,770
Rata-rata	21,479	23,669	23,248	24,057	24,176	27,445	24,303	27,612

Tabel 11. Hasil pengujian kuat tekan FAS 0,6

No. Benda Uji	7 Hari (MPa)		14 Hari (MPa)		21 Hari (MPa)		28 Hari (MPa)	
	Batu Onix	Batu Pecah						
1	17,218	17,884	14,441	17,440	20,328	21,050	16,996	18,106
2	16,385	17,607	18,273	21,495	12,164	20,328	16,885	20,661
3	18,218	13,497	18,218	24,049	16,551	16,496	16,996	24,883
4	17,829	16,385	20,606	20,217	18,606	20,995	17,607	23,772
5	18,162	16,329	14,108	20,717	17,218	21,439	18,106	21,717
6	16,218	21,106	17,662	13,608	18,218	20,606	17,829	19,551
7	15,385	19,495	17,051	22,772	17,496	21,883	16,996	18,106
Rata-rata	17,059	17,472	17,194	20,043	17,226	20,400	17,345	20,971

Dapat dilihat pada tabel-tabel diatas untuk beton dengan FAS 0,4 pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari baik beton dengan batu *onyx* maupun batu pecah untuk hasil kuat tekan 7 benda uji semuanya memenuhi kuat tekan yang disyaratkan yaitu sebesar 16,285 Mpa. Beton dengan FAS 0,5 ada satu benda uji yang tidak memenuhi kuat tekan yang disyaratkan, yaitu pada beton batu *onyx* diumur 14 hari dengan nilai 12,497 Mpa. Sedangkan beton dengan FAS 0,6 hanya pada hari ke 28 untuk ketujuh benda uji memenuhi kuat tekan yang disyaratkan. Sedangkan untuk umur 7 hari pada beton dengan batu *onyx* benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 16,218 MPa dan 15,385 Mpa. Untuk umur 7 hari pada beton dengan batu pecah benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 13,497 Mpa. Untuk umur 14 hari pada beton dengan batu *onyx* benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 14,441 MPa dan 14,108 Mpa. Untuk umur 14 hari pada beton dengan batu pecah benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 13,608 Mpa. Untuk umur 21 hari pada beton dengan batu *onyx* benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 12,164 MPa. Untuk umur 21 hari pada beton dengan batu pecah benda uji yang tidak memenuhi syarat kuat tekan yaitu 16,496 Mpa.

Untuk mempermudah melihat perbedaan diantara beton dari batu *onyx* dan juga beton dari batu pecah, dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 6. Grafik gabungan kuat tekan

Hasil Uji Hipotesa

Tabel 12. Hasil Fhitung uji hipotesa FAS

No.	Umur (Hari)	Variasi	Faktor Air Semen	Standart deviasi	Between method	Within method	F hitung	F tabel	Keterangan
1	7	Batu Onyx	0,4	51,037	226,258	10,164	22,262	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	20,978					
			0,6	11,121					
2	14	Batu Sungai	0,4	22,7	91,3521	4,750	19,230	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	18,602					
			0,6	24,892					
3	21	Batu Onyx	0,4	47,348	237,545	18,023	13,180	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	53,256					
			0,6	23,245					
4	28	Batu Sungai	0,4	33,847	304,72	10,812	28,184	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	30,633					
			0,6	35,867					
1	7	Batu Onyx	0,4	33,098	258,748	5,722	45,217	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	4,333					
			0,6	25,878					
2	14	Batu Sungai	0,4	28,318	393,176	5,153	76,298	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	21,667					
			0,6	18,304					
3	21	Batu Onyx	0,4	7,699	448,43	0,797	562,384	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	12,806					
			0,6	5,029					
4	28	Batu Sungai	0,4	27,692	684,026	5,856	116,806	3,55	HoA ditolak dan H1A diterima
			0,5	18,089					
			0,6	22,08					

Dapat disimpulkan bahwa dari semua percobaan tidak ada H1A yang ditolak. Maka terdapat pengaruh dari variasi faktor air semen pada kuat tekan beton baik pada FAS 0,4 ; 0,5 maupun 0,6.

Tabel 13. Hasil Fhitung uji hipotesa umur

No.	Faktor Air Semen	Variasi	Umur (Hari)	Between method	Within method	F hitung	F tabel	Keterangan
1	0,4	Batu Onyx	7	36,088	19,029	1,896	3,01	HoB diterima dan H1B ditolak
			14					
			21					
	0,5	Batu Pecah	7	433,390	65,127	6,654	3,01	HoB ditolak dan H1B diterima
			14					
			21					
2	0,5	Batu Onyx	7	11,888	8,327	1,428	3,01	HoB diterima dan H1B ditolak
			14					
			21					
	0,6	Batu Pecah	7	85,064	13,157	6,465	3,01	HoB ditolak dan H1B diterima
			14					
			21					
3	0,6	Batu Onyx	7	0,097	3,273	0,029	3,01	HoB diterima dan H1B ditolak
			14					
			21					
	0,4	Batu Pecah	7	75,806	16,596	4,568	3,01	HoB ditolak dan H1B diterima
			14					
			21					

Dapat disimpulkan bahwa dari semua percobaan pada beton dengan agregat kasar berupa limbah batu *onyx* tidak ada HoB yang ditolak, maka tidak ada pengaruh dari variasi umur pada kuat tekan beton baik pada FAS 0,4 ; 0,5 maupun 0,6. Sedangkan dari semua percobaan pada beton dengan agregat kasar berupa batu pecah tidak ada HoB yang diterima, maka terdapat pengaruh dari variasi umur pada kuat tekan beton baik pada FAS 0,4 ; 0,5 maupun 0,6.

Tabel 14. Hasil Thitung uji hipotesa agregat kasar.

No.	Umur (Hari)	Faktor Air Semen	Thitung	Ttabel (+/-)	Keterangan
1	7	0,4	2,832	2,179	Ho ditolak dan H1 diterima
		0,5	-1,915		Ho diterima dan H1 ditolak
		0,6	-0,321		Ho diterima dan H1 ditolak
2	14	0,4	-2,432	2,179	Ho ditolak dan H1 diterima
		0,5	-0,348		Ho diterima dan H1 ditolak
		0,6	-1,950		Ho diterima dan H1 ditolak
3	21	0,4	-6,204	2,179	Ho ditolak dan H1 diterima
		0,5	-4,309		Ho ditolak dan H1 diterima
		0,6	-3,061		Ho ditolak dan H1 diterima
4	28	0,4	-6,478	2,179	Ho ditolak dan H1 diterima
		0,5	-4,498		Ho ditolak dan H1 diterima
		0,6	-3,674		Ho ditolak dan H1 diterima

Dapat disimpulkan bahwa hampir keseluruhan terdapat perbedaan yang signifikan antara beton yang menggunakan limbah batu *onyx* dengan beton yang menggunakan batu pecah terhadap kuat tekan benda uji. Dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan hanya pada beton dengan umur 7 hari dan 14 hari pada FAS 0,5 serta FAS 0,6.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Diantara faktor air semen 0,4 ; 0,5 dan 0,6 yang mempunyai nilai rata-rata kuat tekan terbesar dari beton dengan limbah batu *onyx* terdapat pada faktor air semen 0,4 dan yang terkecil terdapat pada faktor air semen 0,6.
2. Limbah batu *onyx* dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar pada bangunan struktural.
3. Perbandingan kuat tekan tidak terlalu jauh antara beton dengan limbah batu *onyx* dan beton normal. Dengan selisih persentase terendah pada FAS 0,4 sebesar 12,431% dan tertinggi sebesar 21,344%. Pada FAS 0,5 selisih persentase terendah sebesar 3,364% dan tertinggi sebesar 13,614%. Sedangkan pada FAS 0,6 selisih persentase terendah sebesar 2,362% dan tertinggi sebesar 20,906%.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, Candra. 2012. *Pengaruh Penggunaan limbah Pasir Onix sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Ketahanan Aus Paving Block*. Malang: Widya Teknika.

Anonim. *Apa Itu Batu Onyx?*. http://www.baweanonyx.com/about.php?module=batu_onyx.

Ansyari, Isya. 2013. *Batuan: Beku, Sedimen, Metamorf*. <http://learnmine.blogspot.co.id>

[/2013/05/ batuan-beku-sedimen-metamorf.html](http://2013/05/batuan-beku-sedimen-metamorf.html).

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](http://mesa26tutor.blogspot.co.id/2014/03/pengrajin-batu-marmer-dan-onyx-di-desa.html)

Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*.

Yogyakarta : Andi.

SNI-03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton