

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BATU ONYX SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON

Aulia Nurul Annisa, Edhi Wahjuni Setyowati, Agoes Soehardjono MD

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

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

Email: aulia.nurulannisa@yahoo.com

ABSTRAK

Ketersediaan bahan baku untuk beton itu melimpah di negara kita namun kita juga tetap harus menjaga kelangsungan dan kestabilan sumber daya alam. Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan bahan baku dari limbah merupakan alternatif yang cukup potensial untuk diteliti.

Pada penelitian ini, limbah yang dipilih yaitu batu onyx. Limbah onyx berasal dari Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Di sekitar Desa Gamping. Bentuk fisik dari batu onyx ini yaitu berwarna putih bening, tembus cahaya, memiliki permukaan yang tajam dan memiliki pori-pori yang sangat rapat.

Dari hasil penelitian ini kuat tarik belah antara beton dengan agregat kasar batu onyx dan batu pecah memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh. Dengan nilai kuat tarik belah rata-rata pada FAS 0.4 sebesar 2.66 Mpa untuk beton onyx dan 3.13 Mpa untuk beton normal, kuat tarik belah rata-rata pada FAS 0.5 sebesar 1.96 Mpa untuk beton onyx dan 2.30 Mpa untuk beton normal dan untuk kuat tarik belah rata-rata pada FAS 0.6 1.83 Mpa untuk beton onyx dan 1.59 Mpa untuk beton normal.

FAS optimum terletak pada FAS 0.553, pada FAS dengan nilai lebih kecil dari 0.553 beton normal lebih baik daripada beton normal namun pada FAS dengan nilai lebih besar dari 0.553 beton onyx lebih baik daripada beton normal.

Kata – kata kunci : limbah batu onyx, faktor air semen, kuat tarik belah beton.

ABSTRACT

Availability of raw materials for concrete are abundant in our country, but we also still have to maintain the sustainability and stability of natural resources. One of the innovations else to do is by using raw materials from waste is considerable potential alternatives to be studied.

In this study, the waste that is chosen is onyx. Onyx waste comes from the village of Gamping, District Campurdarat, Tulungagung, East Java Province. The physical form of this onyx stone is white translucent, opaque, has a sharp surface and have pores that are very tight.

The results of this research between the tensile splitting strength of concrete with onyx stone and crushed stone as coarse aggregate has a difference that was not too far. With the value of tensile splitting strength on average at FAS 0.4 at 2.66 MPa for concrete onyx and 3.13 Mpa for normal concrete, tensile splitting strength on average at FAS 0.5 at 1.96 MPa for concrete onyx and 2.30 Mpa for normal concrete and for tensile splitting strength on average at 1.83 MPa to 0.6 FAS concrete onyx and 1.59 Mpa for normal concrete.

The optimum FAS is on 0.553, in FAS less than 0.553 normal concrete is better than onyx concrete but on FAS greater than 0.553 onyx concrete is better than normal concrete.

Keywords: waste onyx stone, water-cement ratio, tensile splitting strength of concrete

Salah satu komponen utama dalam sebuah struktur bangunan adalah beton. Beton merupakan campuran dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan-ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen.

Setiap beton memiliki FAS (faktor air semen) yang berbeda-beda, semakin tinggi FAS pada campuran beton maka nilai kuat tekan dan modulus elastisitas akan semakin rendah. Untuk mendapatkan FAS yang optimum maka pada penelitian ini akan digunakan beberapa nilai FAS.

Beton memiliki beberapa sifat khusus yang menjadikan beton lebih baik diantara bahan struktur lainnya seperti memiliki nilai kuat tekan tinggi namun kuat tarik rendah dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan menggunakan bekisting. Beton juga mempunyai tekstur yang terlihat alami sebagai batuan sehingga dapat difungsikan sebagai bagian dari seni arsitektur untuk memperindah bangunan.

Dengan meningkatnya infrastruktur berarti pembangunan akan selalu berjalan yang artinya pembangunan tersebut membutuhkan pemenuhan bahan baku yang sesuai dengan yang diperlukan. Walaupun ketersediaan bahan baku untuk beton itu melimpah di negara kita namun kita juga tetap harus menjaga kelangsungan dan kestabilan sumber daya alam. Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan bahan baku dari limbah merupakan alternatif yang cukup potensial untuk diteliti.

Limbah onyx berasal dari Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Di sekitar Desa Gamping, limbah batu onyx sangat melimpah namun pemanfaatannya

kurang maksimal oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu timbul pemikiran untuk memanfaatkan limbah tersebut sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton.

Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dirumuskan masalah - masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Apakah penggunaan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar berpengaruh pada kuat tarik belah beton.
2. Berapakah nilai FAS (Faktor Air Semen) optimum yang dibutuhkan pada campuran beton.
3. Bagaimana perbandingan kuat tarik belah beton dengan campuran limbah batu onyx dibandingkan dengan beton normal.

Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang tepat sasaran dengan tujuan yang ingin dicapai, maka berikut diberikan pembatasan masalah :

1. Limbah onyx yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar berasal dari Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur.
2. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Mutu beton yang diuji adalah K-200.
4. Nilai FAS (Faktor Air Semen) yang digunakan adalah 0.4 ; 0.5 ; 0.6.
5. Menggunakan Semen Gresik tipe PPC.
6. Menggunakan air PDAM Kota Malang.
7. Menggunakan Pasir Lumajang.

8. Pengujian kuat tarik belah dilakukan setelah umur beton 28 hari.
9. Tidak dilakukan analisis ekonomi atas penggantian agregat kasar dengan limbah batu onyx.

Tujuan Masalah

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar pada kuat tarik belah beton.
2. Untuk mendapatkan nilai FAS optimum yang dibutuhkan.
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat tarik belah beton campuran limbah batu onyx dengan beton normal.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah :

1. Menambah wawasan juga pengetahuan kepada penulis, praktisi dan masyarakat Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung tentang Pengaruh pemanfaatan limbah batu onyx sebagai pengisi agregat kasar beton terhadap nilai kuat tarik belah beton, sehingga ke depannya limbah batu onyx ini dapat dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat sekitar karena selama ini hanya digunakan seadanya saja. Dengan adanya penelitian ini maka tidak ada lagi limbah yang terbuang atau tergelatak percuma di sekitaran Desa Gamping.
2. Penulis, praktisi dan masyarakat mengetahui pengaruh nilai FAS (Faktor Air Semen) terhadap kuat tarik belah beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Batu Onyx

Onyx adalah kristal padat yang terbentuk dari metamorfosis batu kapur, umumnya mengandung kalsit (CaCO_3), dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] atau kombinasi kedua mineral tersebut. Limbah *onyx* ini merupakan limbah dari kerajinan batu *onyx* yaitu limbah dari proses batu *onyx* yang diukir dan dibentuk dengan tangan sehingga pecahannya ada yang berupa kerikil, ada juga yang berupa pasir. (Candra, 2012)

Onyx adalah jenis batu kuarsa yang sering disebut juga dengan marmer tembus cahaya. Umumnya berwarna putih kekuningan dan agak bening sehingga tembus pandang. Onyx terjadi pada rongga atau tekanan batu kuarsa yang berasal dari larutan kalsium karbonat baik yang terjadi pada temperature panas atau dingin, sehingga terjadi pengkristalan. Menurut Herve Nicolas Lazzarelli, (Blue Chart Gem Identification, 2010) batu onyx memiliki indeks kekerasan 6,5 – 7 mohs dengan berat jenis 2,55 hingga 2,70.

Perbedaan antara Batu Onyx dengan Batu Marmer cukup mudah untuk dikenali. Batu onyx berasal dari batuan jenis kuarsa yang mengkristal sehingga bisa tembus cahaya. Sedangkan batu marmer berasal dari jenis batuan gamping yang kebanyakan tidak tembus cahaya.

Berikut adalah beberapa unsur kimia yang terkandung pada batu *onyx* :

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

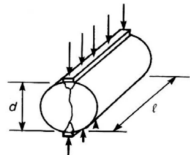
Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan. (SNI 03-2491-2002)

Kuat tarik belah dihitung berdasarkan rumus :

$$f_t = \frac{2P}{\pi.L.D}$$

Dengan :



f_t = kuat tarik belah beton (N/mm²)

P= beban maksimum yang diberikan (N)

D= diameter benda uji silinder (mm)

L= panjang benda uji silinder (mm)

Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik belah beton, adalah :

- Dimensi dan Ukuran Benda Uji

Panjang silinder tidak berlaku mempengaruhi hasil pengujian yang didapat. Namun dari beberapa data yang ada, silinder dengan diameter 100 mm umumnya menghasilkan kekuatan belah yang lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan belah silinder dengan diameter 150 mm. Keseragaman hasil pengujian meningkat dengan membesarnya diameter benda uji.

- Strip Penumpu

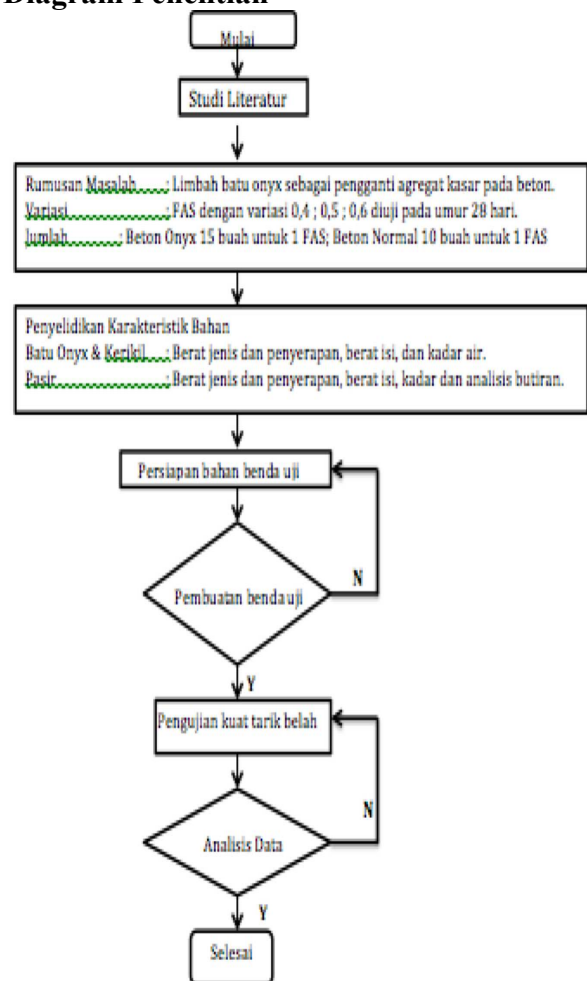
ASTM C496 mensyaratkan penggunaan strip penumpu yang terbuat dari plywood dengan tebal 3.2 mm, lebar 25 mm dan panjang minimum sama dengan panjang benda uji. Penggunaan strip penumpu yang terbuat dari baja juga diketahui dapat mengurangi kekuatan belah yang didapat.

- Laju Pembebanan

Semakin tinggi laju pembebanan yang diterapkan semakin besar nilai kekuatan belah yang didapat. (Wibowo & Edhi, 2003)

METODE PENELITIAN

Diagram Penelitian



Gambar 1. Diagram penelitian
Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan antara lain : Ayakan (*Siever*), Pengaduk beton (*concrete mixer*), Cetakan silinder, *Slump test apparatus*, Ember penakar, Timbangan, *Stopwatch*, *Vibrator*, Cetok 4 buah , sekop 1 buah, Penggaris atau meteran, Besi penumbuk, Gerobak pengangkut dan Loyang pengaduk / bak pencampur.

Bahan – bahan yang digunakan antara lain : Semen Gresik Tipe PPC, Pasir Lumajang, Batu Onyx yang digunakan yang berasal dari Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur, Kerikil batu pecah dan Air PDAM biasanya digunakan dengan PH normal.

Identifikasi Benda Uji

Dalam penelitian ini akan dilakukan penggantian agregat kasar menggunakan pecahan limbah batu onyx dengan nilai FAS (Faktor Air Semen) 0,4 ; 0,5 ; 0,6. Ukuran benda uji adalah diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tarik belah. Untuk beton normal, pada masing-masing FAS dibuat 10 benda uji sedangkan beton onyx untuk masing – masing FAS dibuat 15 benda uji.

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tarik belah silinder beton ini menggunakan mesin desak (*Compression Testing Machine*) yang telah disediakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah langkah pengujiannya (Menurut SNI 03-2491-2002) adalah :

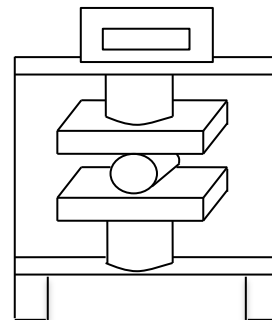
1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.

2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.

3. Pengujian kuat tarik belah beton ini menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*.

4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.

5. Mencatat hasil kuat tarik beton untuk tiap sampelnya.



Gambar 2. Alat Uji Kuat Tarik Belah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Agregat halus berupa pasir hitam dari wilayah Lumajang. Dari hasil pengujian didapatkan hasil 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

Agregat kasar berupa kerikil dari batu pecah dari wilayah malang dan limbah batu onyx yang berasal dari desa campurdarat yang sudah dipecah sebagai pengganti agrekat kasar. Setelah dianalisis didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pemeriksaan agregat kasar

Jenis	Satuan	Kerikil	Kerikil
-------	--------	---------	---------

Pemeriksaan		Normal	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	gram/cm3	1.37	1.54

Hasil Uji Slump

Tabel 4. Hasil uji slump

FAS	Pasir : Kerikil Onyx	Uji Slump (mm)	Pasir : Kerikil Normal	Uji Slump (mm)
0.4	1.097 : 1.681	18	1.076 : 1.648	17.7
0.5	1.563 : 2.159	17.5	1.535 : 2.12	16.5
0.6	2.053 : 2.613	16.4	2.018 : 2.569	16.2

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat belah beton terhadap benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada masing-masing benda uji pada beton dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik belah rata – rata (Mpa)

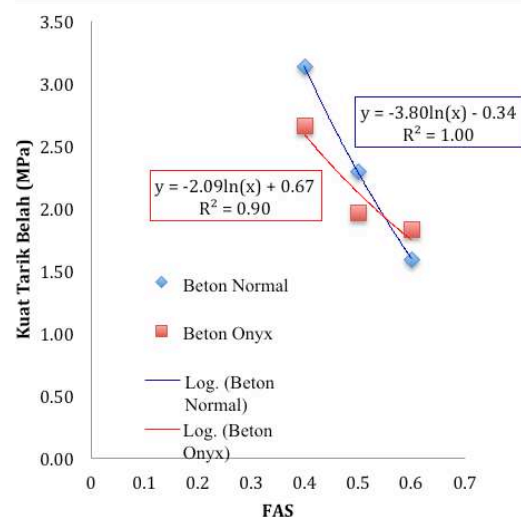
No	FAS	Beton Normal	Beton Onyx
1	0.4	3.13	2.66
2	0.5	2.30	1.96
3	0.6	1.59	1.83

Pengaruh FAS pada Kuat Tarik Belah Beton

Semakin kecil nilai FAS yang dipakai maka akan menghasilkan kekuatan beton yang semakin tinggi. Campuran beton yang menggunakan nilai FAS yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen.

Dengan demikian jelas, bahwa nilai FAS dalam suatu campuran beton erat sekali kaitannya dengan jumlah semen yang diperlukan dalam campuran beton tersebut.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan 3 variasi FAS, yaitu 0.4, 0.5, dan 0.6 dengan harapan untuk mengetahui pada FAS berapa campuran beton yang menggunakan agregat baru (limbah onyx) ataupun beton normal tercapai kondisi optimum.



Gambar 3. Grafik gabungan kuat tarik belah rata-rata beton onyx dan beton normal

Di variasi faktor air semen 0.4 perbandingan agregat halus terhadap agregat kasar untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar adalah 1.097 : 1.681 dan untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar adalah 1.076 : 1.648 dengan nilai slump 18 mm untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar dan 17.7 mm untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar.

Pada FAS ini kedua beton berada keadaan paling maksimum dengan besar kuat tarik belah rata-rata 2.66 Mpa untuk beton onyx dan 3.13 MPa untuk beton normal. Selisih beton onyx terhadap beton normal 17.48 % lebih kecil.

Di variasi faktor air semen 0.5 perbandingan agregat halus terhadap agregat kasar untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar adalah 1.563 : 2.159 dan untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar adalah 1.535 : 2.12 dengan nilai slump 17.5 mm untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar dan 16.5 mm untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar.

Pada FAS ini besar kuat tarik belah rata-rata 1.96 Mpa untuk beton onyx dan 2.30 MPa untuk beton normal. Selisih beton onyx terhadap beton normal 7.28 % lebih kecil.

Di variasi faktor air semen 0.6 perbandingan agregat halus terhadap agregat kasar untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar adalah 2.053 : 2.613 dan untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar adalah 2.018 : 2.569 dengan nilai slump 16.4 mm untuk beton dengan batu onyx sebagai agregat kasar dan 16.2 mm untuk beton dengan kerikil sebagai agregat kasar.

Pada FAS ini besar kuat tarik belah rata-rata 1.83 Mpa untuk beton onyx dan 1.59 MPa untuk beton normal, berbeda dengan FAS lainnya yang hasil kuat tarik belah beton onyx lebih kecil daripada beton normal, pada FAS ini hasilnya lebih besar kuat tarik belah beton normal. Hal ini bisa saja terjadi karena faktor-faktor eksternal dari beton, seperti saat proses pencampuran ataupun pengecoran terdapat kesalahan-kesalahan kecil yang berpengaruh. Selisih beton onyx terhadap beton normal 9.09 % lebih besar.

FAS Optimum

Dapat dilihat bahwa *trendline* beton onyx dan beton normal saling berpotongan yang akan diasumsikan

sebagai FAS optimum atau FAS dengan kondisi terbaik bukan terbesar, setelah ditarik garis ditemukan *trendline* saling berpotongan pada FAS 0.553. Selisih beton onyx terhadap beton normal 0%.

Pada grafik juga terlihat bahwa setelah beton onyx yang pada FAS di bawah 0.553 selalu lebih kecil menjadi lebih besar daripada beton normal pada FAS di atas 0.553. Ini menunjukkan bahwa kondisi beton onyx lebih baik daripada beton normal pada FAS yang lebih besar daripada 0.553.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah batu onyx sebagai pengganti agregat kasar memberikan pengaruh yang nyata pada kuat tarik belah beton dan bisa dijadikan sebagai alternative pengganti kerikil sebagai agregat kasar pada campuran beton.

2. FAS optimum atau FAS dengan kondisi terbaik bukan terbesar terletak pada FAS 0.553, pada FAS dengan nilai lebih kecil dari 0.553 beton normal lebih baik daripada beton normal namun pada FAS dengan nilai lebih besar dari 0.553 beton onyx lebih baik daripada beton normal.

- 3.a Perbandingan kuat tarik belah beton dengan campuran limbah batu onyx dibandingkan dengan beton normal pada masing-masing fas berbeda persentasenya yaitu sebesar lebih kecil 17.48% pada FAS 0.4, lebih kecil 7.28% pada FAS 0.5 dan lebih besar 9.09% pada FAS 0.6.

- 3.b Nilai FAS (faktor air semen) maksimum pada kedua campuran beton adalah pada FAS 0.4 yaitu 3.13 Mpa untuk beton dengan batu kerikil

dan 2.66 Mpa untuk beton dengan batu onyx.

Saran

1. Pada waktu persiapan bahan hendaknya batu onyx sudah dihancurkan terlebih dahulu mengikuti syarat agregat yang ditentukan.

2. Untuk beton dengan batu onyx penggunaan alat bantu vibrator diminimalisir.

3. Dicoba dengan variasi komposisi campuran beton yang lebih beragam atau bentuk variasi-variasi lain seperti penambahan zat aditif sehingga diketahui pengaruh-pengaruh lain yang diberikan akibat penggunaan batu onyx sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

SNI 03-2491-2002. Metode pengujian kuat tarik belah beton

Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

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