

KUAT TEKAN BETON LIMBAH BATU ONIX TULUNGAGUNG

The Compression Strength of Tulungagung Onyx Waste Concrete

Edhi Wahjuni Setyowati

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur
e-mail: atit_wahjuni@yahoo.com, atitwahjuni57@gmail.com

Abstract

Waste products from onyx and marble industry in Tulungagung are abundant and, with regards to reducing the waste problems, highly potential to be used as an aggregate in concrete mixture designed as structural concrete which has pressure strength up to 30 MPa. The strength pressure test for onyx waste concrete was given to 30 testing concrete cylinders with 15x30 cm size. These cylinders were tested at 7, 14, 21, and 28 days, involving the plan for the concrete mixture to have 30 MPa compress strength with FAS; 0.4. From this experiment, we acknowledged that the pressure strength of onyx waste concrete was fulfilling the target, with the strength power comparable to the strength obtained in ordinary concrete from shattered stones, with the difference of pressure strength around 2% from regular concrete with same concrete mixture plan. From this result, we can conclude that onyx waste can be used as alternative materials aggregates for structural concrete, while also provide brighter and high esthetic level concrete.

Keywords: *Onyx Waste, Pressure Strength, Concrete Age.*

Abstrak

Limbah dari industri onyx dan marmer Tulungagung cukup berlimpah dan untuk menanggulangi permasalahan limbah ini, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agregat pada campuran beton yang dirancang sebagai beton struktural dengan kekuatan tekan mencapai 30 MPa. Penelitian kekuatan tekan beton limbah batu onix dilakukan terhadap 30 buah benda uji silinder beton 15x30 cm yang diuji pada umur : 7, 14, 21 dan 28 hari, dengan perencanaan campuran beton untuk mencapai kekuatan 30 MPa dengan FAS ; 0,4. Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton limbah batu onix memenuhi target, dengan perbandingan kekuatan yang hampir sama dengan beton normal dengan agregat batu pecah ,dengan perbedaan nilai kuat tekan sekitar 2% dengan beton normal dengan perencanaan campuran beton yang sama. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa penggunaan batu onyx sebagai bahan pengganti batu pecah dapat digunakan sebagai beton struktural dengan warna beton yang lebih terang dan lebih bernilai estetika.

Kata kunci: Limbah Batu Onyx, Kuat Tekan, Umur Beton

PENDAHULUAN

Limbah merupakan material sisa produksi yang kecenderungannya menjadi sampah yang tidak jarang akan membawa dampak bagi masyarakat sekitar, sehingga diperklukan pemikiran- pemikiran dalam hal penanggulangannya,dan pemikiran untuk memanfaatkan limbah tersebut.

Limbah batu onix yang sangat banyak volumenya dan berada didaerah sekitar pabrik pengolahan onix Tulungagung Jawa Timur sangat berpotensi untuk dimanfaatkan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi ,diantaranya adalah dapat

digunakan untuk pengganti agregat pada campuran beton.

Limbah batu onix yang mempunyai warna yang terang ,mempunyai porositas yang sangat kecil akan memberikan nilai tambah pada penampilan beton yang akan mempunyai warna yang lebih terang dan menguntungkan dari sisi arsitektur,disamping menghasilkan beton yang akan lebih baik dan mengurangi porositas,menjadi bahan pertimbangan dan alasan yang kuat untuk memanfaatkan limbah onyx.Mutu beton memang ditentukan oleh banyak faktor, diantaranya adalah kekuatan /mutu agregatnya ,namun tidak kalah pentingnya

adalah kemampuan kita merencanakan sebuah campuran yang tepat sehingga didapatkan komposisi campuran yang menghasilkan mutu beton yang baik. Dari pustaka yang terdahulu dapat diperkirakan bahwa beton dengan agregat limbah batu onix akan dapat digunakan sebagai material beton untuk keperluan beton structural. Dilihat dari bentuk fisik limbah batu onix dengan pori-pori pada permukaannya yang relative kecil, diharapkan batu onix ini lebih bersifat *impermeable* yang nantinya akan berpengaruh pada FAS (Faktor Air Semen), serta hasil uji laboratorium bahwa limbah batu onix Tulungagung masih memungkinkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat pada campuran beton. Beton dengan agregat batu onix yang mempunyai warna yang indah akan menghasilkan beton dengan warna yang lebih terang dan lebih bagus sehingga dapat meningkatkan nilai estetika jika digunakan dalam struktur bangunan. Perencanaan campuran yang bagus dan tepat dapat diharapkan akan dapat menghasilkan beton limbah batu onix yang memenuhi syarat kekuatan beton structural yang mempunyai nilai estetika lebih baik.

Batu Onyx

Batuan alam dapat diklasifikasikan dalam 3 golongan (Amri, 2005) :

- Batu beku
- Batu sedimen
- Batu metamorf

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 metamorfosis akibat adanya pengaruh gas-gas pada magma yaitu gas fluorium.

Batu onyx adalah batuan 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 pneumatolis. 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

Dari hasil pengujian XRF didapatkan hasil sebagaimana pada tabel.1, dimana dapat diketahui kandungan unsur kimia yang terkandung dalam limbah 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 (setyowati, dkk, 2015)

Tabel 2. Data pengujian limbah batu onyx

Jenis Percobaan	Hasil
Berat Jenis Curah (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	2.609
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (<i>Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry</i>)	2.632
Berat Jenis Semu (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	2.669
Penyerapan (%) (<i>Absorption</i>)	0.864

Sumber : penelitian pengujian agregat (setyowati, 2015)

Beton

Dalam perkembangan untuk mendapatkan material yang dipilih sebagai bahan bangunan yang dapat diandalkan dan memenuhi tuntutan jaman, maka beton merupakan batu buatan yang masih dipilih sebagai bahan /material bangunan.

Operasi pengecoran meliputi penakaran (*batching*): semen, agregat, air dan bahan tambahan *admixture* sesuai dengan yang direncanakan dan pencampurannya di dalam alat pencampur beton (*concrete mixer*). Beton segar yang dihasilkan kemudian ditransportasikan ke lokasi akhirnya dimana beton segar tersebut dicor ke dalam cetakan dan dipadatkan sehingga diperoleh suatu massa yang padat dan proses pengerasan beton dapat mulai berlangsung.

Agregat

Agregat mengisi 60-80% dari volume beton. Oleh karena itu karakteristik kimia, fisik dan mekanik agregat yang digunakan dalam pencampuran sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton yang dihasilkan (seperti kuat tekan, kekuatan, durabilitas, berat, biaya produksi dan lain-lain). Sifat agregat tergantung dari sifat batuan induk: komposisi mineral dan kimiawinya, petrografik, berat jenis, stabilitas fisik dan struktur pori. Sifat agregat yang tidak bergantung dari sifat batuan induk ukuran dan bentuk partikel, tekstur dan absorpsi permukaan.

Berat agregat yang digunakan sangat menentukan berat beton yang dihasilkan:

- Beton ringan 1360-1840 kg/m³
- Beton normal 2160-2560 kg/m³
- Beton berat 2800-6400 kg/m³

Secara umum agregat yang baik haruslah agregat yang mempunyai bentuk yang menyerupai kubus atau bundar, bersih, keras, kuat, bergradasi baik dan stabil secara kimiawi.

Mineral Terpenting yang Ada Dalam Agregat : (ASTM Standard C294-69)

- Mineral *Silica*
- *Feldspar*
- Mineral *Micaceous*
- *Mineral Carbonate*
- Mineral *Sulphate*
- *Mineral Iron Sulphide*
- Mineral *Ferromagnesian*
- *Zeolites*
- Mineral Ion Oksida Besi
- *Mineral Lempung*

Klasifikasi Bentuk Partikel Agregat Menurut BS 812 : Part 1 : 1975

- *Rounded* - *Irregular*
- *Flaky* - *Angular*
- *Elongated* - *Honeycombed*

Partikel dengan rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi menurunkan *workability* campuran beton (contoh: partikel yang bentuknya *flaky* dan *elongated*).

Partikel dengan bentuk *flaky* juga merugikan bagi durabilitas beton karena partikel-partikel ini cenderung untuk terorientasi pada satu bidang, sehingga air dan gelembung udara dapat terbentuk dibagian bawahnya. Jumlah partikel yang

elongated atau *flaky* melebihi 10%-15% massa agregat kasar dianggap merugikan.

Klasifikasi Tekstur Permukaan Agregat Menurut BS 812 : Part 1 : 1975

- *Glassy* - *Smooth*
- *Granular* - *Rough*
- *Crystalline* - *Honeycombed*

Bentuk dan tekstur permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton segar seperti kelecakan.

Bentuk dan tekstur permukaan agregat, terutama agregat halus, sangat mempengaruhi kebutuhan air campuran beton. Semakin banyak kandungan *void* pada agregat yang tersusun secara tidak padat, semakin tinggi kebutuhan air.

Bentuk dan tekstur permukaan agregat mempengaruhi kekuatan beton, terutama untuk beton berkekuatan tinggi; kekuatan lentur lebih dipengaruhi daripada kekuatan tekan.

Semakin kasar tekstur, semakin besar daya lekat antar partikel dengan matriks semen. Biasanya, untuk daya lekat yang baik akan banyak dijumpai partikel agregat yang pecah dalam beton yang diuji tekan sampai kapasitasnya. Tetapi terlalu banyak partikel agregat yang pecah menandakan bahwa agregat terlalu lemah.

Mekanisme Lekatan (Bond) antara Agregat dan Pasta Semen: yaitu agregat yang mempunyai permukaan yang kasar dapat mengembangkan ikatan yang baik dengan pasta semen.

Ikatan Kimia, yaitu agregat yang mengandung *silica* (jenis *slag*) dapat meningkat dengan pasta semen secara kimiawi (reaksi hidrasi pada permukaan agregat). Besarnya ikatan ini fungsi dari nilai *a/s* dan derajat hidrasi

Kekuatan agregat: Informasi mengenai kekuatan partikel agregat halus diperoleh dari pengujian tak langsung antara lain dari pengujian tekan sampel batuan, nilai *crushing* tumpukan agregat atau performansi agregat beton.

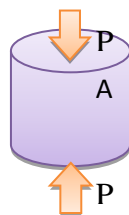
Kekuatan agregat yang dibutuhkan pada beton umumnya lebih tinggi daripada kekuatan betonnya sendiri. Hal ini dikarenakan tegangan sebenarnya yang bekerja pada titik kontak masing-masing partikel agregat biasanya jauh lebih tinggi daripada tegangan tekan yang bekerja pada beton.

Agregat dengan kekuatan moderat atau rendah dan yang mempunyai modulus elastis rendah, bersifat baik dalam mempertahankan integritas beton pada saat terjadi perubahan volume akibat perubahan suhu atau sebab lainnya. Tegangan yang timbul pada pasta semen biasanya lebih rendah jika agregat lebih kompresibel.

Kuat Tekan

Yang disebut kuat tekan yaitu kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, yang didapat dengan menggunakan rumus :

$$f_c' = P/A$$



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan

Dimana :

f_c' = kuat tekan

P = gaya tekan

A = luas penampang silinder

s = standart deviasi

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.

Beton Limbah Batu Onyx

Beton dengan campuran limbah batu onyx sebagai agregat untuk menggantikan batu pecah telah diteliti sifat phisis, mekanis dan kimiawi yang menunjukkan kecenderungan sifat beton yang cukup baik dan dapat memenuhi standart yang disyaratkan, campuran dengan FAS 0,4 pada campuran beton dengan agregat limbah batu onyx menghasilkan kekuatan tertinggi dibandingkan dengan nilai FAS yang lain (Dhita, dkk. 2016), dalam hal porositas beton, nilai porositas pada beton limbah batu onyx menunjukkan adanya penurunan nilai porositas (Aulia, dkk. 2016), sedangkan pada nilai modulus elastisitas beton didapatkan kenaikan nilai modulus elastisitas dibandingkan dengan beton normal dengan agregat batu pecah. (A. Ghayat, dkk. 2016) yang menunjukkan sifat sifat sangat

mendukung kemungkinan penggunaan limbah batu onyx sebagai agregat pada campuran beton.

Sifat-sifat beton yang positif setelah mengeras sehingga dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan dalam perencanaan campuran beton sesuai dengan perencanaan yang diinginkan. Karakteristik beton yang diinginkan antara lain: 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 kerusakan, serta dari segi pembiayaan dan biaya pemeliharaan yang relatif murah. Beton juga tahan terhadap temperatur tinggi dan antikorosi, kekuatan pada umur 28 hari, akan mencapai kekuatan diatas 80%.

Sesuai dengan SNI 03-2834-1992, material beton dapat dikategorikan sebagai bahan beton struktural 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 air 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).

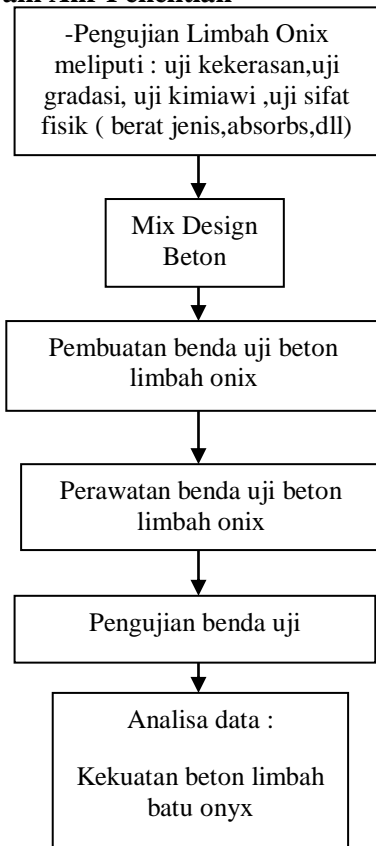
Beton dengan menggunakan campuran agregat limbah batu onyx Tulungagung dengan perencanaan campuran beton dengan FAS 0,4 mendapatkan hasil kekuatan yang maksimum dibanding dengan campuran dengan FAS yang lebih tinggi (Dhita, dkk. 2016)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton limbah batu onyx dengan FAS = 0,4, dan umur beton : 7, 14, 21 dan 28 hari yang dapat menunjukkan kualitas dan kekuatan beton limbah batu onyx sebagai agregat, dibandingkan dengan kekuatan beton normal dengan agregat batu pecah sesuai dengan

peraturan yang berlaku khususnya di Indonesia sebagaimana diatur dalam SNI 03-2834-2000

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

RANCANGAN BENDA UJI

Tabel 2. Rancangan pembuatan benda uji

FAS	Batu Onyx (buah)	Batu Pecah (buah)
0,4	15	15
Jumlah benda uji	15	15

Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian digunakan beton yang dirancang untuk menghasilkan beton dengan kekuatan beton struktural dengan target mencapai sekitar 30 MPa pada umur 28 hari , dan didapatkan perbandingan campuran beton sbb:

Perbandingan semen : air : agregat kasar : agregat halus yang digunakan adalah

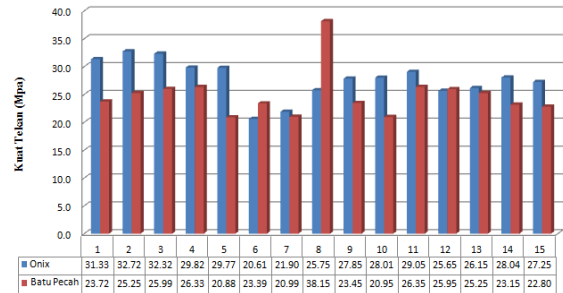
- Campuran dengan agregat batu pecah FAS 0,4 = 1 : 0,40 : 1,20: 1,70
- Campuran dengan agregat limbah onix FAS 0,4 = 1 : 0,40 : 1,10 : 1,70

Alat Uji Tekan :

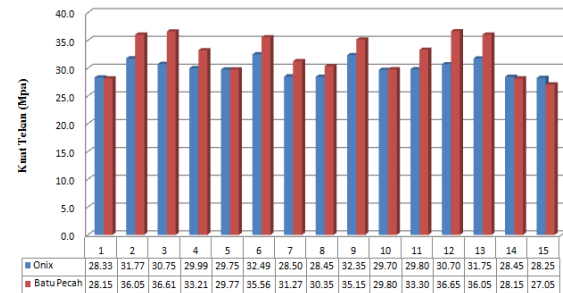
Untuk pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini digunakan di laboratorium dengan alat Compression Machine dengan kapastasi 2000 kN .

HASIL DAN PEMBAHASAN

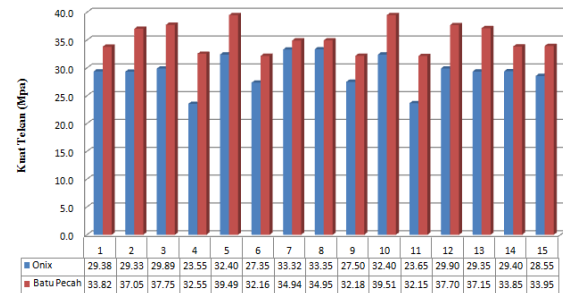
Hasil Pengujian Kuat Tekan



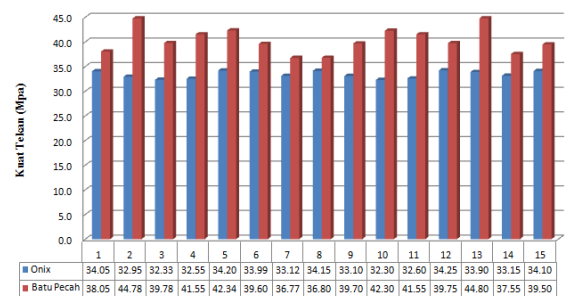
Gambar 3. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari



Gambar 4. Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari



Gambar 5. Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari



Gambar 6. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Dari hasil pengamatan kuat tekan benda uji beton pada berbagai umur : 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari didapatkan hubungan antara kekuatan beton dengan agregat batu pecah dan agregat limbah batu onix perbedaan yang tidak terlalu banyak, dimana kekuatan beton dengan agregat limbah batu onix menghasilkan kuat tekan yang memenuhi target kekuatan sesuai yang direncanakan.

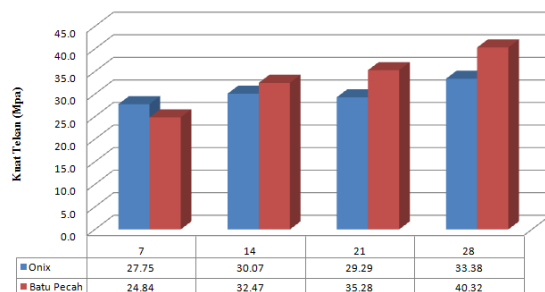
Tabel 3. Kuat Tekan Rata-Rata

Umur	Kuat tekan rata-rata (MPa)	
	Onix	Batu Pecah
7	27.75	24.84
14	30.07	32.47
21	29.29	35.28
28	33.38	40.32

Sedangkan hubungan kekuatan beton terhadap umur beton di tunjukkan dalam gambar 7.

Pada beton dengan agregat batu pecah pengaruh umur terhadap kekuatan beton ditunjukkan dengan kemiringan grafik yang sangat tajam, sedangkan pada beton dengan agregat limbah batu onix menunjukkan kemiringan grafik yang lebih landai, hal ini menunjukkan bahwa pergantian jenis agregat dapat mempengaruhi kecepatan pembentukan beton dan peningkatan kekuatan beton.

Hal tersebut diatas karena adanya pengaruh perbedaan porositas agregat, adanya perbedaan luas permukaan agregat yang berbeda dari agregat batu pecah dan batu onix, yang juga disebabkan adanya koreksi pemakaian air pada perencanaan campuran beton.



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Dan Umur Beton

KESIMPULAN

- Kuat tekan beton limbah batu onyx dapat mencapai target kekuatan beton untuk keperluan struktural yaitu beton dengan kuat tekan mencapai 30 MPa.
- Pengaruh umur pada kenaikan kekuatan beton pada beton limbah batu onyx berbeda dengan pengaruh umur terhadap kekuatan beton normal dengan agregat batu pecah.
- Perbandingan kuat tekan tidak terlalu jauh antara beton dengan agregat batu pecah dengan beton dengan agregat limbah batu onix.
- Limbah batu *onyx* dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat pada beton struktural.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Candra. 2012. *Pengaruh Penggunaan limbah Pasir Onix sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Ketahanan Aus Paving Block*. Malang: WidyaTeknika.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta
- SNI-03-19-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton
- Karisa Ratih, E W Setyowati, *Struktur Micro Beton Dengan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, vol.1, no.1, 2016, Malang.
- Aisah N, E W Setyowati, Wisnumurti, *Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Terhadap Porositas Beton*, Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, vol.1, no.1, 2016, Malang.
- 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.
- Ansyari, Isya. 2013. *Batuan: Beku, Sedimen, Metamorf*. <http://learnmine.blogspot.co.id/2013/05/batuan-beku-sedimen->

- metamorf. html*. (diakses tanggal 07 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).
- 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)
- 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
- 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)
- 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.
- Lawrence H. Van Vlack ,1994, *Elements of Materials Science and Engineering* , Eddison –Wesley Publishing Company, New York
- ACI Committee 308, Standard Practice for Curing Concrete (ACI 380-92)