

REKAYASA MATERIAL LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON KOMPOSIT

Moh Azhar, Indah Kusumawati, Hasintongan Fresley Siregar
Program Studi Magister Teknik Sipil
Universitas Tama Jagakarsa
Jl. T.B. Simatupang No. 152 Tanjung Barat Jakarta Selatan
email: mohazhar62@gmail.com

Abstrak

Limbah keramik adalah salah satu material yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti agregat kasar untuk campuran pada beton, karena masih banyak limbah keramik yang terbuang tanpa disadari efek pencemaran dari limbah tersebut. Pemanfaatan limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton dapat mengurangi jumlah limbah keramik dan diharapkan sebagai solusi masalah lingkungan. Dalam penelitian ini menggunakan hasil limbah industri keramik yang ada di daerah Cikuda Wanaherang Bogor, dengan faktor air semen 0,53 dan persentase limbah keramik bervariasi sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari volume agregat kasar. Kuat tekan mencapai nilai tertinggi pada persentase 25% limbah keramik, namun demikian masih lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang seluruh agregat kasarnya menggunakan agregat kasar Ex Rumpin Bogor. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan besarnya nilai berat jenis limbah keramik adalah 2,48 gr/cm³, sedangkan berat jenis agregat kasar Ex Rumpin Bogor sebesar 2,63 gr/cm³, sedangkan nilai kuat tekan pada adukan beton komposit yang menggunakan campuran limbah keramik 50% mengalami penurunan sebesar 17,07%, sedangkan pada campuran limbah keramik 25% terjadi penurunan 12,30% dibandingkan beton yang campuran limbah keramiknya 0%, akan tetapi terhadap kuat tekan beton rencana hanya terjadi penurunan sebesar 6,45%, hal ini masih dianggap normal karena penurunannya di bawah 10%. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah keramik pada campuran 25% masih dapat digunakan sebagai material substitusi agregat kasar dengan pengurangan nilai kuat tekan beton yang masih relatif kecil untuk struktur sederhana.

Kata kunci : Limbah Keramik, Variasi Campuran, Beton, Kuat Tekan.

Abstract

Ceramic waste is one of the materials that can be used as a substitute for coarse aggregate to mix in concrete, because there is still a lot of ceramic waste that is wasted without realizing the pollution effect. Utilization of ceramic waste as a substitute for coarse aggregate in concrete mixtures can reduce the amount of ceramic waste and is expected to be a solution to environmental problems. In this study, using the results of ceramic industrial waste in the Cikuda Wanaherang area, Bogor, with a cement water factor of 0.53 and the percentage of ceramic waste varying by 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of the volume of coarse aggregate. The compressive strength reaches the highest value at the percentage of 25% ceramic waste, however, it is still smaller than the mixture in which all coarse aggregate uses Ex Rumpin Bogor coarse aggregate. Based on the results of research that has been carried out, it is found that the density value of ceramic waste is 2.48 gr/cm³, while the density of coarse aggregate Ex Rumpin Bogor is 2.63 gr/cm³, the compressive strength value in composite concrete mix using a mixture of ceramic waste 50% decreased by 17.07%, while the 25% ceramic waste mixture decreased by 12.30% compared to concrete with 0% ceramic waste mixture, however the compressive strength of the planned concrete only decreased by 6.45%, this is still considered normal because the decrease is below 10%. These results indicate that the ceramic waste in the 25% mixture can still be used as a substitute for coarse aggregate with a small reduction in the compressive strength of concrete for simple structures.

Keywords: Ceramic Waste, Mixed Variation, Concrete, Compressive Strength.

PENDAHULUAN

Pada awal mulanya kata keramik berasal dari bahasa Yunani Kuno yaitu “keramos” yang berarti tanah liat, namun seiring dengan perkembangan zaman pengertian keramik juga berubah dan semakin luas. Definisi keramik adalah sebagai berikut : Keramik adalah produk yang terbuat dari bahan galian

anorganik non – logam yang telah mengalami proses panas yang tinggi. Dan bahan jadinya mempunyai struktur kristalin dan non – kristalin atau campuran dari padanya.

Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air dan semen portland dengan semen hidraulis lainnya dengan atau tanpa bahan tambahan (dapat berupa bahan kimia atau non kimia atau bahan lain yang berupa serat, pozzoland dan sebagainya) dengan perbandingan tertentu, unsur agregat kasar juga sangat mempengaruhi kuat tekan pada beton. Beberapa material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan perbandingan tertentu menghasilkan campuran yang bersifat plastis sehingga dapat dituang ke dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Dalam pengaplikasian pada konstruksi sipil, beton merupakan material konstruksi yang paling umum dan sering digunakan. Beton merupakan material komposit tersusun dari agregat halus, agregat kasar dan terbungkus oleh matrik semen yang mengisi ruang di antara partikel-partikel sehingga membentuk satu-kesatuan. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan kecil dari kuat tariknya. Nilai kuat tarik berkisar antara 9% - 15% kuat tekannya. Kecilnya kuat tarik beton ini merupakan salah satu kelemahan dari beton biasa, untuk mengatasinya beton dikombinasikan dengan baja tulangan. Pendekatan hitungan dilakukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, yaitu tegangan tarik beton yang muncul saat pengujian tekan beton normal.

Limbah keramik adalah salah satu material yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti agregat kasar untuk campuran pada beton, karena masih banyak limbah keramik yang terbuang tanpa kita sadari efek pencemaran dari limbah tersebut. Pemanfaatan limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar dapat mengurangi jumlah limbah keramik pada campuran beton dan diharapkan sebagai solusi masalah lingkungan,. Untuk campuran beton menggunakan keramik hasil limbah industri keramik yang ada di daerah Cikuda Wanaherang Bogor.

Penggunaan limbah keramik sebagai agregat kasar pada pembuatan beton, dalam penelitian ini menggunakan limbah keramik pabrik, dengan faktor air semen 0,53 dan persentase limbah keramik bervariasi sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari volume agregat kasar. Digunakan benda uji silinder tinggi 300 mm dan diameter 150 mm untuk uji kuat tekan.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan komposisi terbaik dari nilai kuat tekan dalam desain adukan beton yang menggunakan campuran limbah industri keramik dibandingkan dengan beton normal menggunakan agregat kasar Ex Rumpin Bogor yang masih dapat dimanfaatkan untuk konstruksi.

II. METODE PENELITIAN

Bermacam-macam cara untuk merencanakan adukan beton, agar beton yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan, baik sifat-sifat mekanisnya maupun sifat-sifat yang lainnya. Semen yang merupakan bahan pengikat hidrolis dalam menentukan kekuatan beton tersebut, sehingga banyak orang yang beranggapan bahwa kenaikan kekuatan beton hanya ditentukan oleh penambahan semen saja, namun hal ini tidak benar, karena ada faktor – faktor lain yang mempengaruhi seperti faktor keragaman gradasi agregat.

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan material-material pembentuk beton serta memperhatikan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dalam penulisan ini, kemudian melakukan survei lokasi material limbah keramik di daerah Cikuda Bogor dan data-data yang terkait sebelumnya. Setelah data-data didapatkan kemudian melakukan pengolahan data dimana pengolahan data itu untuk mendapatkan hasil dari rencana persentase campuran limbah keramik yang akan digunakan dalam pembuatan adukan beton, Adapun kuat tekan beton rencana adalah K-350.

Prosedur Penelitian

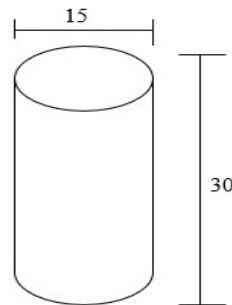
Proses pembuatan pasta beton komposit ini dimulai dengan mempersiapkan variasi komposisi bahan yang terdiri dari semen, agregat kasar (limbah keramik), agregat halus dan air. Kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap agregat kasar dan halus untuk mengetahui karakteristik masing-masing agregat. Setelah itu dilakukan perhitungan mix design.

Adapun pembagian fraksi akan dilakukan dengan pengayakan melalui saringan. Menurut ASTM C125-92, agregat kasar adalah porsi dari agregat yang tertahan (9.5 mm) dan pada saringan 4.75 mm (saringan No.4 standar ASTM), sedangkan agregat halus adalah agregat yang lewat ayakan 3/8 in (9.5 mm) dan hampir seluruhnya melewati saringan 4.75 mm (saringan No.4 standar ASTM) dan tertahan pada ayakan 75- μm (No. 200).

Standar yang digunakan diambil dari standar ASTM (*America Society For Testing And Material*). Sedangkan metode perhitungan mix-design yang digunakan adalah metode DOE (*Department of the Envirotment*). Metode ini pertama kali diperkenalkan di Inggris tahun 1975. Perhitungan adukan beton dengan metode ini berdasarkan pada perbandingan berat dan penggunaan agregat dalam keadaan kering permukaan dan jenuh dibagian dalamnya (*Saturated surface dry = SSD*).

Pembuatan Adukan Beton dan Bentuk Spesimen

Dalam penelitian ini spesimen atau sampel dalam Pengujian yang dilakukan menitik beratkan pada saat beton masih segar (*fresh concrete*) yaitu berkenaan dengan tingkat kemudahan kerja (*workabilitas*) adukan beton. Adapun sampel benda uji yang akan diuji kuat tekannya dengan menggunakan 27 buah sampel silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm (gambar 1). Adukan beton dibuat berdasarkan hasil perencanaan adukan. Dimana dilakukan 3 jenis perencanaan adukan 0%, 50%, dan 100% limbah keramik.



Gambar 1 Bentuk Sampel Silinder

Sedangkan pengujian beton keras terutama dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tekan. Pengujian ini dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk silinder yang pada umur tertentu diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembahasan selanjutnya akan menyajikan data dan hasil analisa yang telah diperoleh dari penelitian di laboratorium. Analisa berikut ini menyajikan beberapa persamaan yang ditinjau terhadap kuat tekan, yaitu pengaruh umur, kadar limbah keramik, dan berat jenis terhadap kuat tekan beton komposit. Adapun sistematika hasil hitungan disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan bar chart.

Hasil uji Gradasi dan Berat Jenis Agregat Kasar

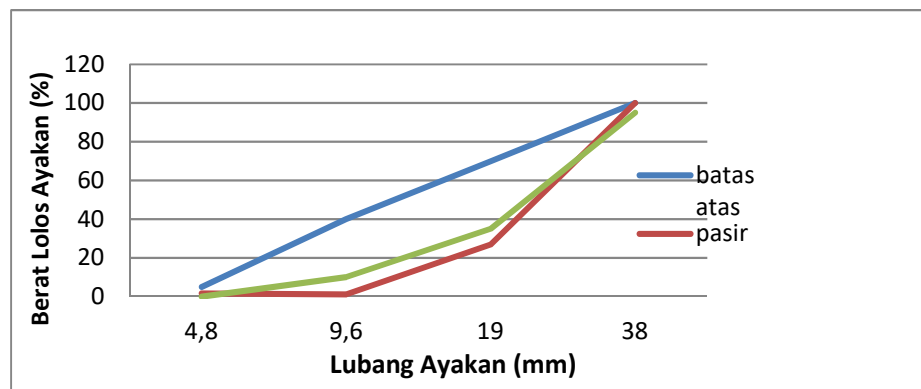
Hasil uji gradasi dari agregat kasar limbah keramik didapatkan bahwa persentase terbesar adalah limbah keramik yang tertahan pada ayakan ukuran 19,0 sebesar 46,70% dan ayakan ukuran 12,5 mm sebesar 49,18% serta yang paling sedikit dengan ukuran butir 25,0 mm sebesar 0,38%, seperti terlihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Analisa Saringan/Gradasi Agregat Limbah Keramik

NO	Ayakan		Perc I	Perc II	Yg tertinggal		Yg Lolos		% komulatif Tertinggal
	No/mm	Berat	Gr	Gr	Gr	%	Gr	%	
1	38,1	511	511	511	0	0	2500	100	
2	25,0	493	493	512	9,5	0,38	2490,5	99,62	0,38

NO	Ayakan		Perc I	Perc II	Yg tertinggal		Yg Lolos		% komulatif Tertinggal
	No/mm	Berat	Gr	Gr	Gr	%	Gr	%	
3	19,0	467	1369	1900	1167,5	46,70	1323	52,92	47,08
4	12,5	497	1999	11454	1229,5	49,18	93,5	3,74	96,26
5	9,5	465	548	524	71	2,84	22,5	0,90	99,10
6	4,75	479	489	485	8	0,32	14,5	0,58	99,42
7	cont	352	368	364	14,5	0,58	0	0	-

Dari tabel 1 ini dibuatkan grafik lengkapnya untuk mengetahui apakah agregat limbah keramik ini memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bagian dari campuran beton, sebagaimana ditampilkan pada gambar 2 berikut ini.



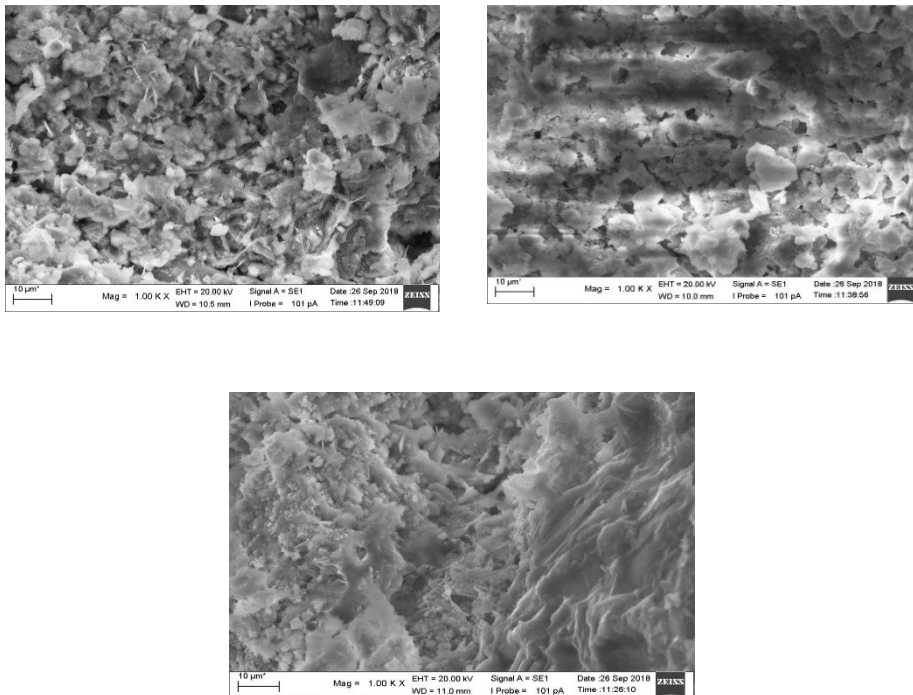
Gambar 2 Hasil Uji Gradasi Keramik

Limbah keramik yang digunakan adalah gradasi yang lewat ayakan besar, butiran maksimum 19 mm, dikorelasikan dengan grafik pada gambar 2 sehingga gradasi limbah keramik masih termasuk gradasi yang dipersyaratkan.

Adapun dari hasil analisa data-data pengujian berat jenis yang diperoleh, maka didapatkan besarnya berat jenis limbah keramik adalah $2,48 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan berat jenis agregat kasar Ex Rumpin Bogor sebesar $2,63 \text{ gr/cm}^3$.

Analisa & Hasil Uji SEM Beton Komposit

Pada sampel pengujian SEM dengan pembesaran 1000x untuk ketiga campuran dengan perbandingan masing-masing 100% , 25%, dan 0% limbah keramik untuk mengetahui morfologi dan bentuk pori-pori dari setiap sampel, sebagaimana terlihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3 Foto SEM pembesaran 1000x sample 0%, 25% dan 100% Limbah Keramik

Hasil foto morfologi dari SEM terlihat senyawa-senyawa yang terbentuk. Mikrostruktur permukaan Beton dari hasil pengujian SEM dengan pembesaran 1000x didapatkan hasil sebagaimana terlihat pada Gambar 3 diatas, terlihat pori terbesar terjadi pada beton dengan campuran yang menggunakan keramik sebesar 100%, berturut-turut semakin berkurang porinya dengan menggunakan limbah keramik 25% dan yang paling kecil adalah dengan campuran menggunakan limbah keramik 0% atau dengan kata lain campuran yang semuanya menggunakan agregat kasar Ex Rumpin Bogor, hal ini ada korelasinya nya dengan bentuk limbah keramik yang pipih dan permukaannya yang halus, juga dari hasil uji Berat Jenis material limbah keramik dan agregat kasar Ex Rumpin Bogor, dimana Berat jenis yang tertinggi adalah pada agregat kasar Ex Rumpin Bogor sebesar $2,63 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan nilai Berat Jenis material limbah keramik lebih kecil yaitu sebesar $2,48 \text{ gr/cm}^3$. Kondisi ini bisa dijelaskan sebagaimana teorinya mengatakan bahwa hubungan antara pori dengan Berat jenis adalah berbanding terbalik, semakin kecil pori material, maka semakin besar nilai Berat jenisnya, atau sebaliknya makin besar porinya, semakin kecil nilai berat jenisnya.

Seorang pakar bernama A. Grudemo telah mengembangkan teori tentang pengaruh volume pori terhadap kekuatan beton secara matematis dan dirumuskan dengan persamaan Neville: $f_c = f_{c,0} (1-p)^n$

dimana :

- p = volume pori terhadap volume beton total
- f_c = kekuatan beton dengan adanya pori
- $f_{c,0}$ = kekuatan beton tanpa pori
- n = koefisien angka konstan

Dengan melihat gambar 3 diatas dikaitkan dengan Persamaan Neville, dimana persamaan ini mengatakan bahwa makin bertambah kecil nilai porositas, maka akan menyebabkan makin bertambah nilai kuat tekan, hal inilah yang bisa dijelaskan mengapa hasil uji kuat tekan pada beton yang menggunakan campuran 100% limbah keramik lebih kecil dibandingkan dengan campuran menggunakan 25% limbah keramik maupun campuran yang menggunakan 100% agregat kasar

Ex Rumpin Bogor, dimana hasil uji kuat tekan campuran yang menggunakan seluruhnya adalah agregat kasar Ex Rumpin Bogor menghasilkan kuat tekan terbesar.

Dari hasil uji SEM dapat diketahui bahwa semakin banyak penggunaan limbah keramik semakin banyak terdapat rongga sehingga nilai kepadatan nya berkurang dan kualitas beton akan menurun. Penggunaan limbah keramik pada prosentase 25% dan 50% masih dapat digunakan sebagai material pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton komposit.

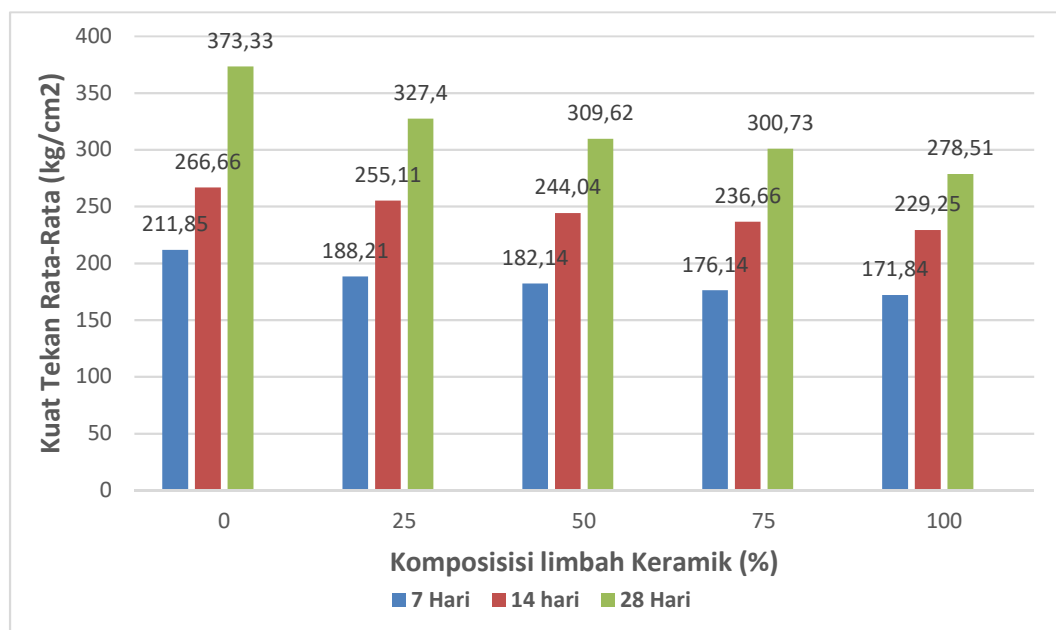
Analisa & Hasil Uji Kuat Tekan Beton Komposit

Hasil uji kuat tekan beton dari benda uji dapat terlihat bahwa beton yang menggunakan limbah keramik memperlihatkan hasil uji kuat tekan menurun jika jumlah volume limbah keramik diperbanyak terus, lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Limbah Keramik (%)	Kuat Tekan Beton (kg/cm ²) Pada Umur (hari)			Selisih Kuat Tekan Umur 28 hari	
	7	14	28	Kg/cm ²	%
0	211.85	266.66	373.33	0	0
25	188.21	255.11	327.40	45,93	12,30
50	182.14	244.04	309.62	63,71	17,07
75	176.14	236.66	300.73	72,60	19,45
100	171.84	229.25	278.51	94,82	25,40

Pada tabel 2 ini dengan jelas terlihat bahwa hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 Hari dengan persentase limbah keramik terbesar yaitu 100% menghasilkan kuat tekan terkecil sebesar 278,51 kg/cm², berturut-turut untuk limbah keramik 75% kuat tekannya 300,73 kg/cm², limbah keramik 50% kuat tekannya 309,62 kg/cm², limbah keramik 25% kuat tekannya 327,40 kg/cm² dan limbah keramik 0% kuat tekannya 373,33 kg/cm². Dengan demikian Kuat tekan mencapai nilai tertinggi pada persentase 25% limbah keramik, namun demikian masih lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang seluruh agregat kasarnya menggunakan agregat kasar Ex Rumpin Bogor. Untuk lebih jelasnya dari tabel 2 ini juga bisa dibuatkan grafik sebagaimana terlihat pada gambar 4



Gambar 4 Kuat Tekan Beton dengan 5 Komposisi Campuran Limbah Keramik

Terlihat pada gambar 4 diatas terjadi penurunan kuat tekan terhadap beton normal masing-masing untuk limbah keramik 25% sebesar 45,93 kg/m², limbah keramik 50% sebesar 63,71 kg/m², limbah keramik 75% sebesar 72,60 kg/m² dan limbah keramik 100% sebesar 94,82 kg/m².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai kuat tekan pada adukan beton komposit yang menggunakan campuran limbah keramik 50% mengalami penurunan nilai kuat tekan sebesar 17,07%, sedangkan pada campuran limbah keramik 25% terjadi penurunan 12,30% dibandingkan beton yang campuran limbah keramiknya 0%, akan tetapi terhadap kuat tekan beton rencana hanya terjadi penurunan sebesar 6,45%, hal ini dianggap normal karena penurunannya masih dibawah 10%. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah keramik pada campuran 25% masih dapat digunakan sebagai material substitusi agregat kasar dengan pengurangan nilai kuat tekan beton yang masih relatif kecil untuk struktur sederhana.

REFERENSI

- ACI committe 211.2-69 (revised 1977) “ *Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete*”, ACI Manual of Concrete Practice.
- American Sienty For Testing And Material, 2005, *Annual Book of ASTM Standars 2005*;Vol.04.02, *Concrete and Agregates*. Philadelphia.
- Bambang Sugiyanto, *Pemanfaatan Limbah Tegel Keramik Menjadi Beton Bertulang*, (Widyaiswara Dep. Bangunan PPPPTK BOE Malang).
- Imam Arifuddin, 2015, *Studi Pembuatan Beton Ringan Dengan Memanfaatkan Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Agregat Kasar*, Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Karisa Ratih Natalia, 2016, *Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar*, Universitas Brawijaya Malang, Fakultas Teknik.
- Kurniawan Dwi Wicaksono, 2010, *Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Murdock, L.J., (et al), 1991, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga edisi keempat, Jakarta.
- Sumarni, 2010, *Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Bata Beton Bertulang ditinjau Dari Kuat Tekan, Serap Air dan Nilai Ekonomisnya*, UNNES.