

**KAJIAN PENGARUH LIMBAH KERAMIK DAN ABU TERBANG  
SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN BAHAN PENYUSUN BETON  
TERHADAP BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN BETON**

Mohammad Zein Alfatony<sup>1</sup>, Ernawati Sri Sunarsih<sup>2</sup>, Rima Sri Agustin<sup>2</sup>  
**Email: bangkemed69@student.uns.ac.id**

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini untuk (1) mengkaji pengaruh variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebagai pengganti semen terhadap berat jenis dan kuat tekan beton; (2) mengkaji persentase maksimal variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan berat jenis beton normal; (3) mengkaji persentase optimal variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan kuat tekan optimum pada beton. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimen dan teknik analisa data menggunakan regresi. Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah (1) variabel bebas : variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus yaitu 0%; 5%; 10%; dan 15% dengan penggunaan abu terbang 15% sebagai pengganti semen, (2) variabel terikat: berat jenis dan kuat tekan beton dengan penggunaan variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus. Hasil penelitian sebagai berikut, (1) Adanya variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebagai pengganti semen berpengaruh kuat terhadap berat jenis dan kuat tekan beton; (2) Diperoleh persentase maksimal yang menghasilkan berat jenis beton normal pada variasi 15% dengan nilai rata-rata 2247,398 kg/m<sup>3</sup>; (3) Pada kuat tekan beton diperoleh nilai optimal sebesar 6,164% dengan kuat tekan 27,637 MPa.

**Kata Kunci** : Limbah Keramik, Abu Terbang, Berat Jenis Beton, Kuat Tekan Beton

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

<sup>2</sup> Dosen Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

**THE INFLUENCE STUDY OF CERAMIC POWDER AND FLY ASH AS  
SUBSTITUTIONAL MATERIAL OF CONCRETE ON  
SPECIFIC GRAVITY AND COMPRESSION STRENGTH**

Mohammad Zein Alfatory<sup>1</sup>, Ernawati Sri Sunarsih<sup>2</sup>, Rima Sri Agustin<sup>2</sup>  
Email: bangkemed69@student.uns.ac.id

**ABSTRACT**

*The purposes of this research were to (1) find out the effect of ceramic powder variation as substitutional material of fine aggregate and fly ash as substitutional material of cement on concrete specific gravity and compression strength; (2) to find out maximum percentage of ceramic powder variations that produce normal concrete specific gravity; (3) to find out optimum percentage of ceramic powder variations that produce maximum concrete compression strength. This research uses quantitative experimental methods and data analysis techniques used regression analysis. The variable in this research are (1) independent variables: variation of ceramic powder as substitutional material of fine aggregate were 0%; 5%; 10%; and 15% with 15% fly ash as substitutional material of cement, (2) Dependent variables: concrete specific gravity and concrete compression strength with variation of ceramic powder as substitutional material of fine aggregate. The results of this research were, (1) the variation of ceramic powder as substitutional material of fine aggregate and fly ash as substitutional material of cement has strong effect on the concrete specific gravity and compression strength; (2) the maximum percentage of ceramic powder variations that produce normal concrete specific gravity is 15% with average number 2247,398 kg/m<sup>3</sup>; (3) whereas for concrete compression strength has optimum percentage that was 6,164% with the result of concrete compression strength is 27,637 MPa.*

**Keyword** : Ceramic Waste, Fly Ash, Concrete Specific Gravity, Concrete Compression Strength

---

<sup>1</sup>Student of Building Engineering of Education FKIP UNS

<sup>2</sup>Lecturer of Building Engineering of Education FKIP UNS

## PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu komponen penyusun konstruksi bangunan yang sangat banyak digunakan dalam konstruksi bangunan gedung, konstruksi jalan, konstruksi bangunan air, konstruksi jembatan dan lain-lain. Beton banyak digunakan karena memiliki kuat tekan yang tinggi, bahan baku yang mudah ditemukan, proses pembuatannya mudah, dan juga dapat dibentuk sesuai dengan keinginan.

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) (Mulyono, 2003). Beton sendiri memiliki kekurangan, yakni memiliki kuat tarik yang rendah, dan memiliki berat jenis yang besar sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$  (Antoni & Nugraha, 2007). Penelitian dilakukan dalam rangka untuk mengatasi kekurangan beton sehingga didapatkan beton yang ideal. Pada penelitian ini dilakukan bahan penyusun beton untuk mencari bahan alternatif penyusun beton. Limbah keramik dan abu terbang merupakan contoh dari limbah yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti penyusun beton. Dalam penelitian ini limbah keramik digunakan untuk bahan pengganti sebagian agregat halus dan abu terbang sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Abu terbang merupakan limbah pembakaran batu bara yang butirannya lebih halus daripada semen portland. (Sebayang dkk, 2012). Dokumen RPJMN (Rencana Pembangunan Jangka Menengah

Nasional) tahun 2015-2019, menargetkan peningkatan konsumsi batu bara domestik hingga 60% produksi nasional atau 240 juta ton pada 2019. (BAPPENAS, 2016). Dari data tersebut maka penggunaan batu bara akan meningkat dan otomatis akan menambah jumlah limbah pembakaran batu bara berupa abu terbang. Limbah hasil pembakaran batu bara harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan masyarakat.

Dari data BPS dan Kementerian PUPR, angka pasar konstruksi ini meningkat sebesar 3% dibanding tahun 2017. Pada tahun 2018, total pasar proyek konstruksi diprediksi Rp. 451 triliun, yang mana 65% merupakan pekerjaan sipil dan 35% merupakan pekerjaan bangunan atau gedung (Detikfinance, 2018). Proyek konstruksi beton yang meningkat menyebabkan kebutuhan bahan penyusun beton pun meningkat, salah satunya kebutuhan agregat halus yakni pasir. Penambangan pasir dilakukan untuk mendapatkan material tersebut, tetapi penambangan yang berlebihan akan berdampak tidak baik pada lingkungan. Di Kulon Progo pada tahun 2018 telah terjadi penurunan air tanah sedalam 7 meter pada sumur warga akibat penambangan pasir selama 2 tahun terakhir (Tribun Jogja, 2018). Maka dari itu dibutuhkan bahan alternatif pasir yang dapat berfungsi sebagai agregat halus dalam konstruksi beton.

Ubin keramik (*ceramic tiles*) adalah suatu jenis produk keramik yang terbuat dari tanah lempung yang dicampur dengan felspar, kaolin, dan kuarsa, serta

pembentukannya dilakukan dengan alat *hydraulic press* pada tekanan pembentukan tertentu (Carty, 2004). Jumlah kapasitas produksi terpasang ubin keramik nasional tahun 2016 sebesar 580 juta m<sup>2</sup> dengan realisasi mencapai 350 juta m<sup>2</sup> (Balai Besar Keramik, 2017). Produksi limbah keramik dari salah satu industri ubin keramik yakni PT. Kim Liong Keramik Indonesia, jumlahnya sekitar 10 ton/hari (Subari & Afdhil, 2015). Jumlah tersebut belum termasuk dengan industri ubin keramik lainnya yang ada di Indonesia, maka diperlukan pemanfaatan dan pengelolaan limbah tersebut untuk mengurangi angka limbah yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian Karmadi, Salain & Wiryasa (2017) dengan abu terbang sebagai bahan pengganti semen, digunakan persentase abu terbang sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan 30% dengan waktu pengujian 28, 56 dan 90 hari. Hasil uji kuat tekan diperoleh nilai maksimal sebesar 28,31 MPa dengan persentase 15% pada waktu uji 28 hari, untuk kuat tekan maksimum waktu uji 56 dan 90 hari terdapat pada persentase 5% dengan kuat tekan kedua sampel sebesar 28,87 MPa. Penelitian yang dilakukan oleh Huda & Suprpto (2013) dengan limbah keramik sebagai agregat halus digunakan persentase 6%, 9% dan 12%, dengan perbandingan campuran beton 1 semen : 1,83 pasir : 2,75 kerikil sebagai kontrol penelitian sampel berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm. Pengujian untuk sampel berbentuk silinder dilakukan saat beton berumur 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan

beton pada campuran 6% kuat tekan beton meningkat 9,66%, pada campuran 9% kuat tekan beton meningkat 11,66% dan pada campuran 12% kuat tekan beton meningkat 8,89%. Dari penelitian-penelitian tersebut maka peneliti akan menggunakan limbah keramik sebesar 5%, 10% dan 15% sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebesar 15% sebagai pengganti semen pada penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengkaji pengaruh variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebagai pengganti semen terhadap berat jenis dan kuat tekan beton; (2) mengkaji persentase maksimal variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan berat jenis beton normal; (3) mengkaji persentase optimal variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan kuat tekan optimum pada beton.

## METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang dilakukan di laboratorium beton dengan peralatan dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan untuk mendapat data berat jenis dan kuat tekan beton. Perencanaan *mix design* sesuai dengan metode SNI-7656-2012 tentang tata cara pembuatan beton normal dengan variasi limbah keramik 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat pasir total sebagai bahan pengganti pasir dan 15% abu terbang

dari berat semen total sebagai bahan pengganti semen.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi limbah keramik sebagai bahan pengganti pasir sedangkan variabel terikatnya adalah berat jenis dan kuat tekan. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Pada penelitian ini tidak ada penggunaan bahan tambah kimia dalam proses pembuatan beton, uji berat jenis dan kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Pelaksanaan perawatan, dan pengujian berat jenis beton dilakukan di laboratorium Pendidikan Teknik

Bangunan dengan standar uji SNI 1973 2008, sedangkan untuk uji kuat tekan dilakukan di PT. Panca Beton dengan standar pengujian SNI 1974 2011.

#### HASIL PENELITIAN

Pengujian berat jenis dan kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan data yang akan diujikan menggunakan program SPSS dalam pembuktian hipotesis.

Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Benda Uji

Persentase	Sampel	Berat Isi (kg/m <sup>3</sup> )	Rata-rata Berat Isi (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)
0% LK / 0% FA (Normal)	A	2297,561	2239,774	22,563	22,073
	B	2269,328		22,563	
	C	2306,223		22,563	
	D	2085,983		20,601	
0% LK / 15 % FA	A	2270,705	2282,779	22,563	23,299
	B	2281,500		22,563	
	C	2282,482		20,601	
	D	2296,428		27,468	
5% LK / 15 % FA	A	2317,811	2317,009	29,430	27,959
	B	2356,763		26,487	
	C	2299,467		27,468	
	D	2293,994		28,449	
10% LK / 15 % FA	A	2343,439	2302,713	26,487	25,506
	B	2310,828		25,506	
	C	2280,444		24,525	
	D	2276,141		25,506	
15% LK / 15 % FA	A	2252,097	2247,398	19,620	19,130
	B	2315,244		18,639	
	C	2193,819		18,639	
	D	2228,431		19,620	

Keterangan:

\*LK: Limbah Keramik

\*FA: Abu Terbang

## PEMBAHASAN

### 1. Berat Jenis Beton

Hasil pengujian berat jenis beton dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Berat Jenis Beton

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis beton terdapat pengaruh yang signifikan sebesar 44,6%. Pada semua variasi limbah keramik berat jenis beton memenuhi syarat berat jenis beton normal dan diperoleh variasi maksimal sebesar 15% dengan berat jenis sebesar 2247,398 kg/m<sup>3</sup>.

Pengaruh yang terjadi yaitu penurunan dan peningkatan berat jenis beton dengan acuan beton normal kontrol. Peningkatan yang terjadi disebabkan karena massa jenis limbah keramik lebih besar daripada massa jenis agregat halus yang digunakan. Dari hasil pengujian *specific gravity* kedua bahan pada lampiran I, didapatkan hasil uji berat jenis keramik sebesar 2,407 gr/cm<sup>3</sup> lebih besar dari berat jenis agregat halus yang digunakan yakni sebesar 2,379 gr/cm<sup>3</sup>. Pada penelitian (Huda & Suprpto, 2013) dilakukan penggantian agregat halus dengan limbah keramik variasi 0%, 6%, 9% dan 12%, didapatkan hasil berat jenis beton semakin meningkat

dikarenakan berat jenis yang besar dari agregat halus limbah keramik mempengaruhi berat jenis. Penurunan berat jenis terjadi karena kesalahan dalam proses pembuatan sampel, faktor yang dapat menjadi kesalahan pembuatan yakni: proses *mixing* bahan yang belum sempurna dan pemadatan beton yang kurang padat sehingga membuat beton berongga dan dapat kehilangan berat jenis. Dari dokumentasi lapangan persentase limbah keramik 10% dan 15%, didapati rongga pada sampel beton seperti berikut:

Gambar 2. Sampel Beton Penelitian

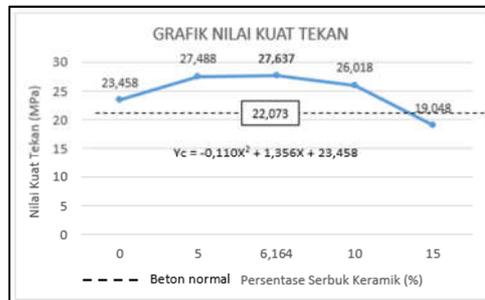
Pada penelitian ini abu terbang dapat berpengaruh menaikkan berat jenis beton hingga lebih dari beton normal kontrol. Kenaikan berat jenis beton disebabkan reaksi hasil hidrasi abu terbang dengan semen dapat mengikat butiran agregat menjadi lebih rapat sehingga dapat



mengurangi volume rongga beton (Trisnoyuwono, 2015). Abu terbang berpengaruh dalam mengurangi rongga beton, sehingga beton akan lebih padat dan berat jenis beton akan meningkat.

## 2. Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton terdapat pengaruh yang signifikan sebesar 82,4%. Diperoleh hasil uji yang berbeda pada setiap variasi, dimana terdapat variasi yang memenuhi dan tidak memenuhi kuat tekan rencana. Persentase optimal untuk kuat tekan adalah 6,164% dengan nilai kuat tekan maksimal sebesar 27,637 MPa.

Pengaruh yang terjadi yaitu peningkatan dan penurunan kuat tekan beton dengan acuan beton kontrol normal. Kenaikan yang terjadi karena senyawa penyusun keramik mengandung silika yang dapat menaikkan kuat tekan beton. Nadia & Fauzi (2011) menjelaskan bahwa silika ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan mutu beton dengan reaksi yang terjadi antara silika dan kapur bebas yang ada di dalam campuran beton. Penurunan kuat tekan disebabkan karena persentase absorpsi limbah keramik yang lebih tinggi dari pasir. Dari hasil uji *specific gravity*, persentase absorpsi pasir sebesar 0,16%, dan untuk limbah keramik 4,712%, absorpsi

keramik yang besar menyebabkan air banyak terserap oleh limbah keramik sehingga kadar air bebas berkurang. Kadar air bebas yang berkurang pada campuran dapat menyebabkan penurunan faktor air semen yang akan berpengaruh terhadap kuat tekan beton (Ginting, 2012). Berdasarkan ASTM C-33, absorpsi maksimum agregat halus berkisar dari 0,2% - 2% dan dapat disimpulkan bahwa agregat halus keramik tidak memenuhi persyaratan tersebut.

Abu terbang pada penelitian ini juga cukup berpengaruh terhadap kuat tekan beton, dari penelitian Sebayang dkk (2012) menyatakan bahwa sifat mekanik ukuran mikropartikel dari butiran abu terbang akan meningkatkan kerapatan beton yang juga memberikan kontribusi penambahan kekuatan pada beton. Pengaruh abu terbang pada penurunan kuat tekan pada persentase 10% dan 15% dikarenakan abu terbang tidak mampu sebaik semen dalam menggantikan sifat semen yang berfungsi sebagai pengikat utama material pada beton (Leovie Haf, 2012).

## SIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah (1) Adanya variasi limbah keramik sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebagai pengganti semen berpengaruh kuat terhadap berat jenis dan kuat tekan beton; (2) Diperoleh persentase maksimal yang menghasilkan berat jenis beton normal pada variasi 15% dengan nilai rata-rata 2247,398  $\text{kg/m}^3$ ; (3) Pada kuat tekan beton diperoleh nilai optimal sebesar

6,164% dengan kuat tekan 27,637 MPa.

#### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang perlu disampaikan oleh penulis antara lain sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai reaksi kimia yang terjadi antara limbah keramik, abu terbang, semen, agregat dan air pada campuran beton.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan limbah keramik sebagai pengganti agregat halus dan abu terbang sebagai pengganti semen yang menghasilkan berat jenis dan kuat tekan yang lebih baik dari penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A. S. Huda & Suprpto. (2013). Pengaruh Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Beton. *Jurnal. Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan. Universitas Negeri Surabaya.*
- BAPPENAS. (2016). *Kajian Ketercapaian Target DMO Batubara Sebesar 60% Produksi Nasional pada Tahun 2019.* Jakarta: Direktorat Sumber Daya Energi, Mineral dan Pertambangan BAPPENAS.
- Carty, W. M. (2004). *Selective Batching for Improved Commercial Glass Melting.* Kanada: Glass Researcher, Ceramic Soc. Bull.
- Ginting, A. (2012). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Jenuh Kering Muka dengan Agregat Kering Udara. *ISSN 2088-3676.*
- Leovie Haf, B. B. (2012). Pengaruh Penggunaan Fly Ash Pada Beton Mutu Normal dan Mutu Tinggi Ditinjau dari Kuat Tekan dan Absorpsi. *Jurnal. Media Teknik Sipil Volume 10.*
- Karmadi, K. A. (2017). Evaluasi Potensi Abu Terbang Sisa Pembakaran Aspal Mixing Plan (AMP) PT. Harapan Jaya Beton Bali Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland. *Jurnal. Program Studi Magister Teknik Sipil. Universitas Udayana.*
- Kemenperin. (2019, Februari 6). *Balai Besar Keramik.* Diambil kembali dari [bbk.go.id](http://www.bbk.go.id): <http://www.bbk.go.id/index.php/berita/view/220/Industri%20Keramik%20Nasional%20Prospektif%20Jangka%20Panjang>
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton.* Jakarta: Penerbit Andi.
- Nadia & Fauzi. (2011). Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Jurnal. Jurnal Konstruksia Volume 3.*
- Nugraha & Antoni. (2007). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sebayang, dkk. (2012). Pengaruh Abu Terbang Terhadap Sifat-

Sifat Mekanik Beton Alir Ringan Alwa. *Jurnal. Jurnal Teknik Sipil UBL*.

Simorangkir, E. (2018, Februari 6). *Detik Finance*. Diambil kembali dari [finance-detik.com: https://finance.detik.com/infrastruktur/d-3815604/pengusaha-pasar-konstruksi-ri-diprojeksi-capai-rp-451-t-di-2018](https://finance.detik.com/infrastruktur/d-3815604/pengusaha-pasar-konstruksi-ri-diprojeksi-capai-rp-451-t-di-2018)

Subari & Afdhil. (2015). Pemanfaatan Limbah Poles Ubin Keramik Granito Untuk Produk Keramik Konvensional dan Bahan Bangun Beton. *Jurnal Riset Industri. Balai Besar Keramik*.

Trisnoyuwono, D. (2015). Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Workability dan Sifat Fisik - Mekanis Beton Non Pasir dengan Agregat Alwa Asal Cilacap. *Jurnal. Jurnal Rekayasa Sipil*.

Umaiyah, S. (2019, Februari 6). *Tribun News* . Diambil kembali dari [jogja.tribunnews.com: http://jogja.tribunnews.com/2018/09/12/penambangan-pasir-dikulonprogo-telah-mengakibatkan-air-tanah-turun-7-meter](http://jogja.tribunnews.com/2018/09/12/penambangan-pasir-dikulonprogo-telah-mengakibatkan-air-tanah-turun-7-meter)