

ANALISIS PENAMBAHAN LIMBAH KERAMIK TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Zharfan Muhammad Rifki Akbar Denata ¹⁾, Masta'in ²⁾

^{1), 2)} Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu. Email: zharfanakbar25@gmail.com; mastaincepu@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah keramik halus terhadap kuat tekan beton mutu K-175. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan membuat benda uji kubus berukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm sebanyak 30 sampel, dengan variasi penambahan limbah keramik sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12% dari berat agregat halus. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari dan hasilnya dikonversikan ke umur rencana 28 hari sesuai SNI T-15-1991-03. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum dicapai pada penambahan limbah keramik 6% dengan rata-rata 15,69 MPa, lebih tinggi dibandingkan beton normal 14,56 MPa. Sementara pada variasi 9% dan 12% terjadi penurunan kuat tekan. Kesimpulannya, limbah keramik dapat dimanfaatkan sebagai material tambahan ramah lingkungan dalam pembuatan beton dengan batas optimum sekitar 6%.

Kata kunci: beton K-175, limbah keramik, kuat tekan beton, agregat halus.

Abstract

This research aims to analyze the effect of adding fine ceramic waste on the compressive strength of K-175 concrete. The experimental method was applied by preparing 30 cubic specimens measuring 15 cm × 15 cm × 15 cm with variations of ceramic waste addition of 0%, 3%, 6%, 9%, and 12% of the fine aggregate weight. The specimens were tested at 7 days and converted to the 28-day design age based on SNI T-15-1991-03. The results show that the optimum compressive strength was achieved at 6% ceramic waste addition with an average of 15.69 MPa, higher than normal concrete (14.56 MPa). Meanwhile, at 9% and 12% variations, the compressive strength decreased. It can be concluded that ceramic waste can be utilized as an eco-friendly additive material in concrete mixtures with an optimum limit of around 6%.

Keywords: K-175 concrete, ceramic waste, compressive strength, fine aggregate..

1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya pembangunan infrastruktur, kebutuhan beton sebagai material konstruksi juga semakin tinggi. Namun, produksi semen sebagai bahan utama beton menimbulkan dampak lingkungan seperti emisi CO₂ dan eksploitasi sumber daya alam. Salah satu upaya mengurangi dampak tersebut adalah dengan memanfaatkan limbah keramik dari industri maupun renovasi bangunan sebagai bahan campuran beton. Pemanfaatan limbah ini tidak hanya membantu mengurangi pencemaran, tetapi juga berpotensi meningkatkan mutu beton. Penelitian melalui pengujian kuat tekan di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe diharapkan menjadi alternatif daur ulang limbah keramik yang bermanfaat bagi bahan bangunan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah material komposit yang terbentuk dari pencampuran bahan pengikat (semen), agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), air, serta bahan tambahan lain jika diperlukan. Setelah proses pencampuran, beton akan mengalami reaksi kimia antara semen dan air yang disebut hidrasi, yang menyebabkan beton mengeras dan mengembangkan kekuatannya.

2.2. Material Pembentuk Beton

a. Bahan Pengikat

Semen merupakan bahan aktif yang bereaksi dengan air, sedangkan agregat berfungsi sebagai pengisi mineral untuk mencegah perubahan volume dan meningkatkan keawetan beton..

Air diperlukan dalam beton untuk reaksi kimia semen, membasahi agregat, dan mempermudah pengerjaan, dengan syarat kualitasnya setara air layak minum.

b. Bahan Pengisi/Agregat

Agregat Halus

Material granular yang digunakan dalam campuran beton atau mortar. Sebagian besar terdiri dari partikel kecil berukuran kurang dari 4,75 milimeter (menurut standar ASTM) atau 5 milimeter (menurut SNI).

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material granular berukuran lebih dari 4,75 mm (ASTM) atau 5 mm (SNI) yang berfungsi sebagai struktur utama pemberi kekuatan dan stabilitas beton. Jenisnya dapat berupa batu pecah hasil pemecahan batuan atau kerikil alami dari proses pelapukan dan erosi.

c. Bahan Tambahan

Limbah Keramik

Limbah keramik adalah sisa material dari industri atau konstruksi, seperti genteng, ubin, porselen, dan sanitasi keramik, yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan alternatif dalam beton, paving blok, atau filler karena sifatnya yang kuat, tahan lama, dan stabil.

d. Pengujian Slump

Pengujian slump bertujuan menilai workability atau tingkat kekakuan beton segar, yang dipengaruhi oleh jumlah air dalam campuran. Berdasarkan SNI 1972:2008, target slump sesuai mix design berkisar 60–180 mm.

e. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur akibat gaya tekan, diperoleh melalui pengujian menggunakan mesin tekan dengan pembebanan bertahap sesuai standar..

3. METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan 30 benda uji berbentuk kubus 15×15×15 cm, menggunakan variasi limbah keramik sebagai penambah agregat halus, kemudian diuji kuat tekan pada umur 7 hari..

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat

1. Timbangan
Dipakai untuk menimbang berat bahan campuran beton.
2. Gelas Ukur
untuk mengetahui berapa banyak air yang akan digunakan.

3. Skop tangan
Digunakan untuk memasukkan bahan uji ke dalam benda uji.

4. Penggaris
Untuk mengukur dimensi benda uji.

5. Cawan
Benda uji disimpan dalam cawan alumunium.

6. Cetakan Kubus Beton
Cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm digunakan untuk mencetak beton segar yang telah diaduk menjadi benda uji.

7. Kerucut Abrams
Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur slump beton segar, atau penurunan (slump) yang terjadi setelah beton dikeluarkan dari cetakan.

8. Mesin Uji Kuat Tekan Beton
Mesin uji kuat tekan beton digunakan untuk pengujian kuat tekan beton untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton.

Bahan Penelitian

1. Semen
Jenis semen yang dipakai dalam eksperimen kali ini adalah jenis semen Portland yang merek semen Gresik.

2. Agregat Halus
Pasir dari Sungai Bengawan Solo .

3. Agregat Kasar
Agregat kasar atau kerikil asalnya dari pamotan, Rembang.

4. Air
Air yang dipakai untuk penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil

5. Limbah Keramik
Limbah keramik yang digunakan pada penambahan beton ini adalah berasal dari hasil pekerjaan renovasi bangunan.

3.3. Perencanaan Campuran Beton

Menentukan cara menggabungkan agregat halus, agregat kasar, semen, dan air untuk membuat beton dengan kekuatan terbaik dikenal sebagai perencanaan campuran beton. Perencanaan ini ditujukan untuk mutu beton K175 dengan kuat tekan karakteristik 175 kg/cm² pada umur 28 hari, menurut (SNI DT-91-0008-2007 Badan Standardisasi Nasional, n.d.).

Bahan	Indeks	Satuan
Semen Portland	326	kg
Agregat Halus	760	kg
Agregat Kasar	1029	kg
Air	215	liter

Sumber : SNI DT – 91 – 0008 – 2007

3.4. Metode Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan dengan mengukur tinggi slump untuk mengetahui kekentalan atau konsistensi campuran beton segar. Tepatnya, tingkat kekuatan beton yang dapat dicetak, dikerjakan, dan dipadatkan tanpa mengalami segregasi atau kehilangan konsistensi.

1. Cetakan diletakkan pada permukaan datar yang dibasahi, kemudian diisi beton dalam tiga lapisan dengan volume sepertiga cetakan masing-masing.
2. Setiap lapisan dipadatkan dengan 25 tusukan batang pemadat yang didistribusikan merata; lapisan bawah ditusuk miring hingga dalam, sedangkan lapisan berikutnya ditusuk vertikal spiral hingga menembus lapisan di bawahnya tanpa menyentuh dasar cetakan.
3. Pada lapisan atas, beton ditambahkan hingga penuh lalu dipadatkan dan diratakan dengan batang penusuk. Cetakan kemudian diangkat vertikal setinggi 300 mm dalam 5–10 detik tanpa gerakan samping, dan seluruh proses harus selesai dalam 2,5 menit.
4. Nilai slump diperoleh dari selisih tinggi cetakan dengan permukaan beton setelah penurunan.

3.5. Metode Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari menggunakan mesin uji tekan untuk mengetahui nilai kuat tekan serta pengaruh variasi persentase limbah keramik terhadap benda uji sesuai standar.

Langkah - langkah pengujian kuat tekan :

1. Persiapan Benda Uji
 - Jenis benda uji berupa kubus (15 cm x 15 cm x 15 cm).
 - Curing/ perawatan yaitu benda uji direndam di dalam air selama 7 hari sesuai yang telah ditentukan.
 - Dilanjutkan pemeriksaan fisik dipastikan permukaan benda rata dan tidak retak.
2. Penyiapan Alat Pengujian

Gunakan mesin uji tekan beton yang ada di laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe.
3. Penempatan Benda Uji
 - Letakan benda uji ke dalam mesin kuat tekan.
 - Posisikan benda uji di tengah balok penekan.
 - Hidupkan mesin dan berikan beban secara perlahan.
 - Setelah benda uji beton mencapai beban maksimal, kemudian catat hasilnya.

4. Perhitungan Kuat Tekan

- Setelah itu, ambil benda uji dan lakukan perhitungan kuat tekannya sesuai dengan rumus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perencanaan Campuran Beton

Penelitian ini menggunakan beton komposit dengan penambahan limbah keramik sebagai agregat halus. Campuran beton direncanakan berdasarkan SNI DT-91-0008-2007 dengan target kuat tekan $f'_c = 14,5$ MPa (K-175) pada umur 28 hari. Perencanaan campuran dilakukan agar beton memenuhi syarat kekuatan tekan, workability, dan daya tahan. Perhitungan komposisi dilakukan untuk setiap 1 buah kubus uji berukuran 15×15×15 cm.

1. Perhitungan volume benda uji

Benda uji berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, maka perhitungan volumenya yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 15 \times 15 \times 15 \\ &= 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Perhitungan komposisi bahan yang digunakan setiap 1 buah kubus

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 326 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\ &= 1,100 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= 760 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\ &= 2,565 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerikil} &= 1029 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\ &= 3,473 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 215 \times 0,003375 \text{ m}^3 \\ &= 0,726 \text{ liter}\end{aligned}$$

3. Berat akhir material untuk 1 buah kubus setelah penambahan berat sebesar 10% pada masing-masing bahan.

$$\text{Semen} = 1,100 + (10\% \times 1,100) = 1,210 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 2,565 + (10\% \times 2,565) = 2,822 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 3,473 + (10\% \times 3,473) = 3,820 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,726 + (10\% \times 0,726) = 0,798 \text{ liter}$$

4. Hasil perhitungan bahan tambahan limbah keramik dari berat agregat halus.

$$\begin{aligned}0\% &= 2,822 \text{ kg} \times 0/100 \\ &= 0 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3\% &= 2,822 \text{ kg} \times 3/100 \\ &= 0,0846 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}6\% &= 2,822 \text{ kg} \times 6/100 \\ &= 0,1693 \text{ kg}\end{aligned}$$

- $9\% = 2,822 \text{ kg} \times 9/100$
= 0,2539 kg
- $12\% = 2,822 \text{ kg} \times 12/100$
= 0,3386 kg

Hasil perencanaan campuran beton untuk satu kubus ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Perencanaan Campuran Beton Untuk 1 Buah Kubus

Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	Limbah Keramik (kg)
Limbah keramik 0%	1,210	2,822	3,820	0,798	0
Limbah keramik 3%	1,210	2,822	3,820	0,798	0,0846
Limbah keramik 6%	1,210	2,822	3,820	0,798	0,1693
Limbah keramik 9%	1,210	2,822	3,820	0,798	0,2539
Limbah keramik 12%	1,210	2,822	3,820	0,798	0,3386

Tabel 4.1 menunjukkan jumlah bahan campuran beton yang digunakan untuk setiap volume kubus, dan proporsi campuran untuk 6 buah sampel/benda uji kubus dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Proporsi Campuran Beton Untuk 6 Buah Sampel

Presentasi Limbah Keramik	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (Liter)	Limbah Keramik (kg)
0%	7,260	16,932	22,920	4,788	0
3%	7,260	16,932	22,920	4,788	0,5076
6%	7,260	16,932	22,920	4,788	1,0158
9%	7,260	16,932	22,920	4,788	1,5235
12%	7,260	16,932	22,920	4,788	2,0316

Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump penting untuk menilai workability beton karena memengaruhi kemudahan pengecoran, pemadatan, dan penyebaran adukan. Slump terlalu rendah menyulitkan pemadatan dan berisiko menimbulkan rongga, sedangkan slump terlalu tinggi dapat menyebabkan segregasi dan bleeding. Oleh sebab itu, nilai slump harus sesuai dengan perencanaan dan kebutuhan struktur.

Tabel 4. 1 Hasil Tes Slump Beton Variasi 0% Limbah Keramik

No. Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai Slump (cm)
1.	27-06-2025	12
2.	27-06-2025	12
3.	27-06-2025	12
4.	27-06-2025	12
5.	27-06-2025	12
6.	27-06-2025	12

Tabel 4. 4 Hasil Tes Slump Beton Variasi 3% Limbah Keramik

No. Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai Slump (cm)
1.	01-07-2025	11
2.	01-07-2025	11
3.	01-07-2025	11
4.	01-07-2025	11
5.	01-07-2025	11
6.	01-07-2025	11

Tabel 4. 5 Hasil Tes Slump Beton Variasi 6% Limbah Keramik

No. Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai Slump (cm)
1.	02-07-2025	10
2.	02-07-2025	10
3.	02-07-2025	10
4.	02-07-2025	10
5.	02-07-2025	10
6.	02-07-2025	10

Tabel 4. 6 Hasil Tes Slump Beton Variasi 9% Limbah Keramik

No. Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai Slump (cm)
1.	03-07-2025	9,5
2.	03-07-2025	9,5
3.	03-07-2025	9,5
4.	03-07-2025	9,5
5.	03-07-2025	9,5
6.	03-07-2025	9,5

Tabel 4. 7 Hasil Tes Slump Beton Variasi 12% Limbah Keramik

No. Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai Slump (cm)
1.	04-07-2025	8
2.	04-07-2025	8
3.	04-07-2025	8
4.	04-07-2025	8
5.	04-07-2025	8
6.	04-07-2025	8

Pembuatan Benda Uji Coba

Tabel 4. 8 Hasil pengujian kuat Tekan beton penambahan limbah keramik 0%

No	Beban Max (kg)	Koefisien Umur	Kuat Tekan 7 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
2	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
3	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
4	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
5	25000	0,65	111,11	170,94	14,18
6	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
Kuat Tekan Rata - Rata				176,62	14,64

Tabel 4. 9 Hasil pengujian kuat Tekan beton penambahan limbah keramik 3%

No	Beban Max (kg)	Koefisien Umur	Kuat Tekan 7 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	27000	0,65	120	184,61	15,32
2	27000	0,65	120	184,61	15,32
3	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
4	27000	0,65	120	184,61	15,32
5	27000	0,65	120	184,61	15,32
6	27000	0,65	120	184,61	15,32
Kuat Tekan Rata - Rata				183,46	15,22

Tabel 4. 10 Hasil pengujian kuat Tekan beton penambahan limbah keramik 6%

No	Beban Max (kg)	Koefisien Umur	Kuat Tekan 7 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28000	0,65	124,44	191,44	15,88
2	27000	0,65	120	184,61	15,32
3	28000	0,65	124,44	191,44	15,88
4	28000	0,65	124,44	191,44	15,88

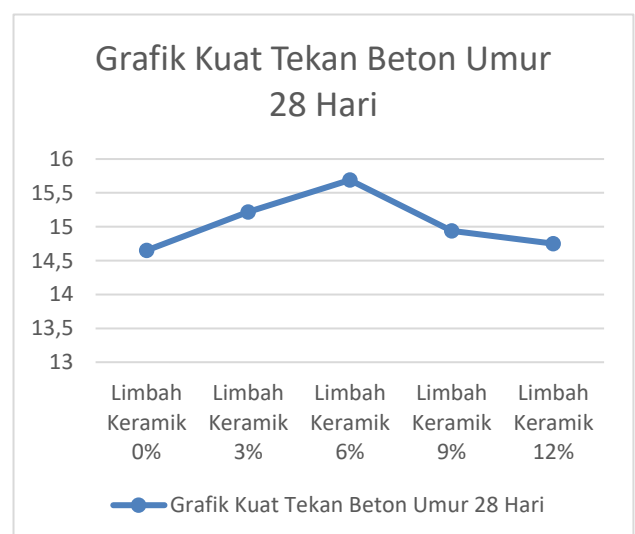
5	28000	0,65	124,44	191,44	15,88
6	27000	0,65	120	184,61	15,32
Kuat Tekan Rata - Rata				189,16	15,69

Tabel 4. 11 Hasil pengujian kuat Tekan beton penambahan limbah keramik 9%

No	Beban Max (kg)	Koefisien Umur	Kuat Tekan 7 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
2	27000	0,65	120	184,61	15,32
3	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
4	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
5	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
6	27000	0,65	120	184,61	15,32
Kuat Tekan Rata - Rata				180,04	14,94

Tabel 4. 12 Hasil pengujian kuat Tekan beton penambahan limbah keramik 12%

No	Beban Max (kg)	Koefisien Umur	Kuat Tekan 7 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 Hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
2	27000	0,65	120	184,61	15,32
3	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
4	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
5	26000	0,65	115,55	177,76	14,75
6	25000	0,65	111,11	170,94	14,18
Kuat Tekan Rata - Rata				177,76	14,75



Gambar 4. 1 Grafik kuat tekan beton umur 28 hari

Berdasarkan hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 28 hari, benda uji dengan variasi penambahan

limbah keramik 0% mendapatkan kuat tekan rata-rata 14,65 Mpa, untuk variasi penambahan limbah keramik 3% naik menjadi 15,22 Mpa, untuk penambahan variasi 6% naik lagi menjadi 15,69 Mpa, dan pada penambahan limbah keramik variasi 9% terjadi penurunan menjadi 14,94 Mpa, untuk penambahan variasi limbah keramik 12% juga terjadi penurunan menjadi 14,75 Mpa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Menurut temuan penelitian tentang pengaruh penambahan limbah keramik halus pada kekuatan tekan beton mutu K-175, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Beton normal tanpa limbah keramik memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 14,65 MPa. Penambahan limbah keramik sebesar 3% mampu meningkatkan kuat tekan menjadi 15,22 MPa, kemudian pada variasi 6% kuat tekan kembali meningkat hingga mencapai 15,69 MPa yang merupakan nilai tertinggi. Namun, pada penambahan limbah keramik 9% kuat tekan mengalami penurunan menjadi 14,94 MPa, dan pada variasi 12% menurun lebih lanjut menjadi 14,75 MPa.
2. Dengan demikian, penambahan limbah keramik sebesar 6% memberikan hasil kuat tekan beton yang paling optimal dibandingkan variasi lainnya. Pemanfaatan limbah keramik sebagai substitusi agregat halus tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas beton, tetapi juga dapat mengurangi limbah keramik sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Namun, penggunaan limbah keramik perlu memperhatikan batas optimum agar kuat tekan beton tetap berada dalam standar yang diinginkan serta tidak menurunkan kualitas struktur yang dihasilkan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk pengaruh penambahan limbah keramik halus terhadap kuat tekan beton, maka penulis memberikan beberapa rekomendasi/saran, antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk melakukan pengujian dengan variasi persentase penambahan limbah keramik halus lebih detail di sekitar nilai optimum (misalnya 4%, 5%, 7%, dan 8%) untuk mengetahui titik maksimal peningkatan kuat tekan.

2. Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan limbah keramik halus digunakan sebagai substitusi agregat halus bukan sebagai penambahan.
3. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan jenis material dari daerah berbeda untuk mengetahui perbedaannya.
4. Penulis menyarankan penggunaan mixer selama proses pengadukan untuk adukan yang lebih merata dalam penelitian mendatang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Darmiyanti, L., Indriasari, & Tambunan Hawati Samrah. 2022. ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR. 8(1), 11–20
- Ismawati Ayu Aini Nur, & Andaryati. 2024. PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK BETON. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruks, 12(1), 39–046
- Mulyono, T. 2004. Teknologi Beton (II). ANDI Yogyakarta
- Revisdah, & Utari Ririn. 2018. PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK TERHADAP KUAT TEKAN BETON. 17, 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- Sanutra Alex, & Mulyadi Asri. 2017. ANALISIS LIMBAH PECAHAN KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON K.200. 8–14
- SK SNI T-15-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Badan Standarisasi Nasional. (n.d.). Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung.
- SNI 03-1974-1990 Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990 Metode pengujian kuat tekan beton ICS 91.100.30 Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000 Badan Standardisasi Nasional. (n.d.). SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal ICS 91.100.30 Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1972:2008 Cara Uji Slump Beton ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional,
- SNI DT-91-0008-2007 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Badan Standardisasi Nasional. (n.d.). Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.