

Penggunaan Material Limbah Keramik Dan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

Hazmal Herman¹⁾, Deni Irda Mazni ²⁾, dan Istiqomah ³⁾

¹⁾*Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia,
hazmalherman6@gmail.com ²⁾*Universitas Dharma Andalas, Padang,
Indonesia, deniirdamazni@gmail.com

³⁾*Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia, istiqomah532003@gmail.com

Abstrak

Dalam ilmu teknik, khususnya pada bidang teknik sipil, inovasi dalam penggunaan material konstruksi sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang terus bermunculan, terutama yang berkaitan dengan dampak lingkungan akibat eksploitasi sumber daya alam berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif material yang lebih ramah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan limbah keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan fly ash sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah keramik dan fly ash terhadap nilai kuat tekan beton. Variasi campuran yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan mutu beton rencana K-225 menggunakan metode DOE (Department of Environment). Benda uji yang digunakan berupa kubus berukuran 15×15×15 cm dan dilakukan pengujian pada umur 14 hari dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi 0% menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi dan memenuhi mutu rencana pada umur 28 hari. Semakin besar persentase penggunaan limbah keramik dan fly ash, maka kuat tekan beton cenderung mengalami penurunan. Variasi campuran 5% hingga 15% memiliki kuat tekan lebih rendah dibandingkan variasi 0% pada umur 28 hari. Namun, pada umur 14 hari variasi 10% menunjukkan peningkatan kuat tekan dibandingkan variasi 0%, sehingga material limbah tersebut masih berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton ramah lingkungan.

Kata Kunci: Variasi, Campuran, K-225

Abstract

In engineering, particularly in the field of civil engineering, innovation in the use of construction materials is essential to address emerging issues, particularly those related to environmental impacts resulting from excessive exploitation of natural resources. Therefore, more environmentally friendly alternative materials are needed, one of which is by utilizing ceramic waste as a partial substitute for coarse aggregate and fly ash as a partial substitute for cement in concrete mixtures. This study aims to determine the effect of the use of ceramic waste and fly ash on the compressive strength of concrete. The mixture variations used were 0%, 5%, 10%, and 15% with the planned concrete quality of K-225 using the DOE (Department of Environment) method. The test specimens used were 15x15x15 cm cubes and were tested at 14 days and 28 days. The results showed that the 0% variation produced the highest compressive strength value and met the planned quality at 28 days. The greater the percentage of ceramic waste and fly ash used, the compressive strength of the concrete tended to decrease. The mixture variation of 5% to 15% had a lower compressive strength than the 0% variation at 28 days. However, at the age of 14 days, a 10% variation showed an increase in compressive strength compared to a 0% variation, so that the waste material still has the potential to be used as an environmentally friendly concrete mixture.

Keywords: Variation, mixture, K-225

PENDAHULUAN

Perkembangan era modern menuntut manusia untuk terus berinovasi dan mengembangkan teknologi yang telah ada. Salah satu contoh perkembangan teknologi dibidang konstruksi bangunan adalah teknologi beton. Beton merupakan salah satu komponen penyusun konstruksi bangunan yang sangat banyak digunakan dalam konstruksi bangunan gedung, jalan, bangunan air, jembatan, dan lain-lain (Alfatony & Sunarsih, 2019). Melihat kemungkinan keterbatasan sumber daya alam di masa mendatang, maka diperlukannya inovasi-inovasi baru. Salah satu inovasi yang dilakukan adalah menggunakan limbah pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregrat kasar dan fly ash (abu terbang) sebagai pengganti sebagian semen.

Keramik merupakan suatu material bangunan yang digunakan untuk melapisi lantai atau dinding, biasanya berbentuk plat persegi dan tipis. Keramik terbuat dari bahan tanah liat atau lempung yang mengalami proses pengerasan dengan pembakaran pada temperatur tinggi, sehingga memiliki tekstur yang kuat dan tahan lama (Purnamasari, 2023). Sejauh ini masyarakat masih kurang maksimal dalam memanfaatkan limbah pecahan keramik. Fly ash (abu terbang) adalah sisa-sisa pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus dan merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran (Marthinus et al., 2015).

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan fly ash untuk pengganti sebagian semen dan limbah keramik untuk pengganti sebagian agregrat kasar telah pernah dilakukan, namun menunjukkan hasil yang beragam.

Wicaksono & Sudjati (2012), telah melakukan penelitian menggunakan limbah keramik untuk campuran beton dengan mutu beton rencana 25 Mpa. Berdasarkan penelitiannya didapatkan beton dengan persentase limbah keramik 30% memperlihatkan hasil uji yang terbaik yaitu kuat tekan 30,82 MPa, modulus elastisitas 20082,35 MPa dan kuat tarik belah 15,06 MPa. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pecahan keramik lantai dapat digunakan sebagai agregrat kasar dalam adukan beton

Darmiyanti et al (2022), telah melakukan penelitian menggunakan limbah keramik untuk campuran beton dimana hasil dari penelitiannya didapatkan nilai Slump pada beton normal fc 25 Mpa dan beton fc 25 Mpa dengan bahan tambah limbah keramik memenuhi standart dari target Slump 7,5 cm sampai 15 cm dan dari hasil kuat tekan beton fc 25 dengan penggunaan limbah keramik sebesar 20% didapat hasil kuat tekan beton sebesar 21,36 Mpa. Penggunaan limbah keramik sebesar 40% didapat hasil kuat tekan beton sebesar 17,68 Mpa lebih kecil dibandingkan kuat tekan beton Normal fc 25 yaitu 27,19 Mpa

Penelitian Revisdah & Utari (2018) dengan penambahan limbah keramik sebesar 8%, 10%, 12% dan 14% memiliki kuat tekan masing - masing 251.46 kg/cm², 258.21 kg/cm², 260.22 kg/cm², dan 268.94 kg/cm². Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa penambahan variasi 8%, 10%, 12% dan 14% mengalami peningkatan terhadap kuat tekan beton normal setelah ditambahkan limbah keramik pada campuran beton.

Koraia Dewi (2013) mengamati bahwa beton dengan 0% fly ash mengalami peningkatan kuat tekan beton signifikan hingga umur 28 hari, namun kenaikan kuat tekan mulai melambat pada umur 35 hari dan tidak terjadi peningkatan signifikan lagi hingga umur 56 hari. Sebaliknya, penambahan 5%, 10%, dan 15% fly ash menunjukkan kenaikan kuat tekan yang

berkelanjutan hingga umur 56 hari, dengan peningkatan kuat beton yang lebih lama dibandingkan dengan beton tanpa fly ash.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian tentang Penggunaan Material Limbah Keramik Dan Fly ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) Merencanakan Job Mix Formula (JMF) dengan mutu beton K-225. (2) Mendapatkan nilai kuat tekan beton terhadap penggunaan limbah keramik dan fly ash dalam penambahan variasi sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. (3) Mengusulkan persentase yang optimum terhadap variasi penggunaan limbah keramik dan fly ash terhadap nilai kuat tekan beton.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimen yang dilakukan di laboratorium beton dengan peralatan dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan. Perencanaan mix design didasarkan pada SNI 03-2834-2000 (metode DOE). Tahapan pelaksanaan penelitian ini secara garis dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton atau Job Mix Formula (JMF) didasarkan pada SNI 03-2834-2000 (metode DOE). Berdasarkan penelitian, diperoleh rancangan campuran beton dengan mutu rencana K-225. Hasil perencanaan campuran dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. *Job Mix Formula*

No	Uraian	Tabel/Grafik/ Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik (Benda Uji Kubus)	Ditetapkan	225 kg/cm ² Umur 28 hari Bagian cacat 5%
2	Deviasi Standar (S)	Diketahui / PBI	60 kg/cm ²
3	Nilai Tambah (Margin) Untuk cacat 5%	1,64 x SD (K=1.64)	98.40 Kg/cm ²
4	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f'cr)	(1) + (3)	323,4 Kg/cm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Semen PCC merek Tiga Roda
6	Jenis agregat : Halus	Pasir alami	Pasir (Lubuk Alung)
	Kasar	Batu pecah	Split 10/20 (Kalumbuk)
7	Faktor air semen bebas	Grafik 2 dan Tabel 2	0.55 (Benda Uji Kubus)
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan/Tabel 4	0,60 (7/8 ambil terkecil)
9	Struktur yang akan dibuat		Kolom
10	Nilai Slump	Ditetapkan	30 – 60 mm (±25 mm)
11	Ukuran maksimum agregat	Ditetapkan	20 mm
12	Kadar Air Bebas	Tabel 3 (Ditambah 5% jika penyerapan air pasir >3%)	190 Kg/m ³
13	Kadar semen	(12) : (07)	190 : 0,55 = 345,45 Kg/m ³
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
15	Kadar semen minimum	Tabel 4	325 Kg/cm ³
16	Faktor air semen yang disesuaikan	(12) : (13)	190 : 345,45 = 0,55
17	Susunan besar butir agregat halus	Berdasarkan Zona atau Grafik 3 s/d Grafik 6	Zona 1 (Pasir kasar)
18	Persentase Pasir	Grafik 13 s/d Grafik 15	46,5 %
19	Berat jenis relatif agregat (SSD)	(% pasir x ssd) + (% kerikil x ssd)	2.61
20	Berat jenis beton	Grafik 16	2365 Kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	(20) - (13) - (12)	1829,6 Kg/m ³
22	Kadar agregat halus	% Pasir x (21)	850,8 Kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	% Split x (21)	978,8 Kg/m ³

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini proporsi campuran akhir yang sudah dikonversi terhadap kadar air dalam masing-masing agregat, yaitu :

1. Semen = Tetap A = 345,45 Kg/m³
2. Air = $B - (CM - Ca) \times C / 100 - (DM - Da) \times D / 100$ = 194,17 Kg/m³
3. Pasir = $C + (CM - Ca) \times C / 100$ = 847,31 Kg/m³
4. Kerikil = $D + (DM - Da) \times D / 100$ = 878,11 Kg/m³

Setelah diperoleh hasil perhitungan campuran beton yang telah dikoreksi, maka dapat ditentukan kebutuhan material untuk beton mutu K-225. Perhitungan kebutuhan bahan campuran beton dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1. Kebutuhan Campuran Beton

Persentase Penambahan		Jumlah Benda Uji	Material Pembentuk	Berat
Fly ash	Limbah keramik			Gram
0%	0%	6	Semen	7695
			Air	4325
			Pasir	18874
			Kerikil	21787
			Semen	7290
5%	5%	6	F.A	405
			Air	4325
			Pasir	18874
			Kerikil	20698
			L.K	1089
10%	10%	6	Semen	6840
			F.A	855
			Air	4325
			Pasir	18874
			Kerikil	19609
15%	15%	6	L.K	2179
			Semen	6337
			F.A	1358
			Air	4325
			Pasir	18874
			Kerikil	18519
			L.K	3268

Pengujian Umur 14 Hari

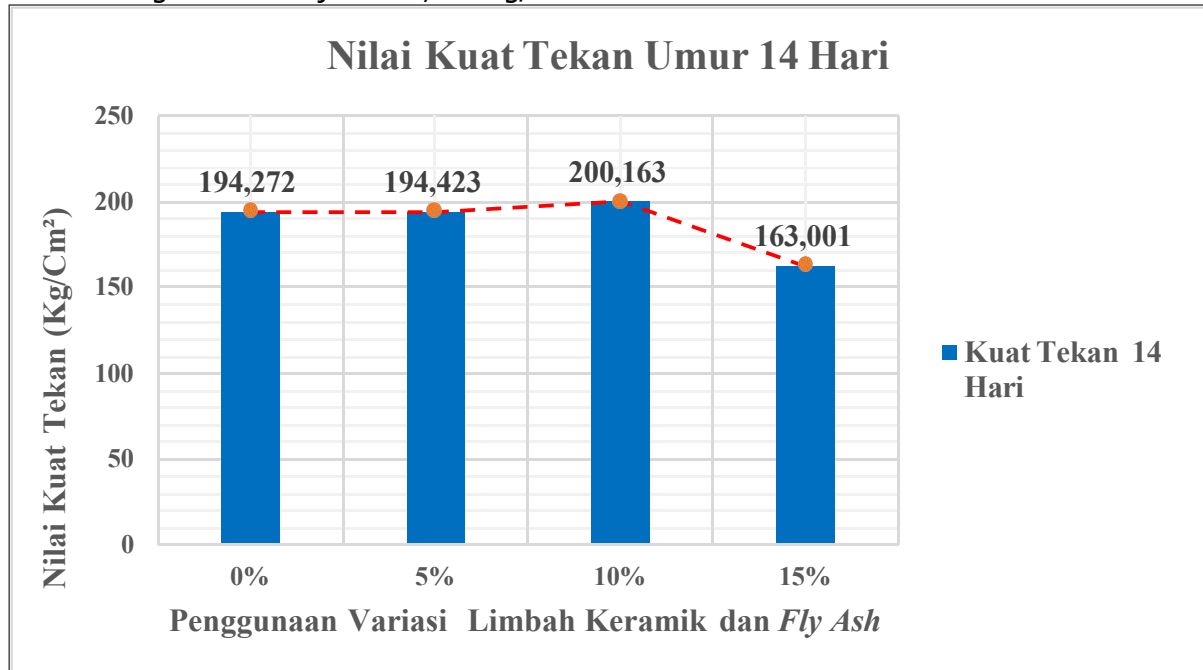
Hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran limbah keramik dan fly ash 0%, 5%, 10% dan 15% pada umur 14 hari dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 2 dibawah ini.

Tabel 2. Nilai Kuat Tekan Umur 14 Hari.

Variasi Penggunaan Limbah keramik dan Fly ash	Umur pengetesan (hari)	No Sampel	Nilai Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm ²)
0%	14	1	171,310	194,272
		2	202,300	
		3	206,206	
5%	14	1	207,112	194,423
		2	192,610	
		3	183,546	
10%	14	1	201,674	200,163
		2	202,580	
		3	196,236	
15%	14	1	162,246	163,001
		2	162,246	
		3	164,512	

Beton tanpa campuran limbah keramik dan fly ash (0%) memiliki nilai rata-rata kuat tekan sebesar 194,272 kg/cm². Pada variasi 5%, kuat tekan rata-rata sebesar 194,423 kg/cm², yang

relatif sama dengan beton normal. Peningkatan kuat tekan terjadi pada variasi 10%, dengan rata-rata nilai kuat tekan sebesar 200,163 kg/cm². Namun, pada variasi 15%, kuat tekan menurun signifikan menjadi 163,001 kg/cm².



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Umur 14 Hari

Grafik perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari menunjukkan bahwa variasi 10% bahan tambahan memiliki nilai kuat tekan paling tinggi.

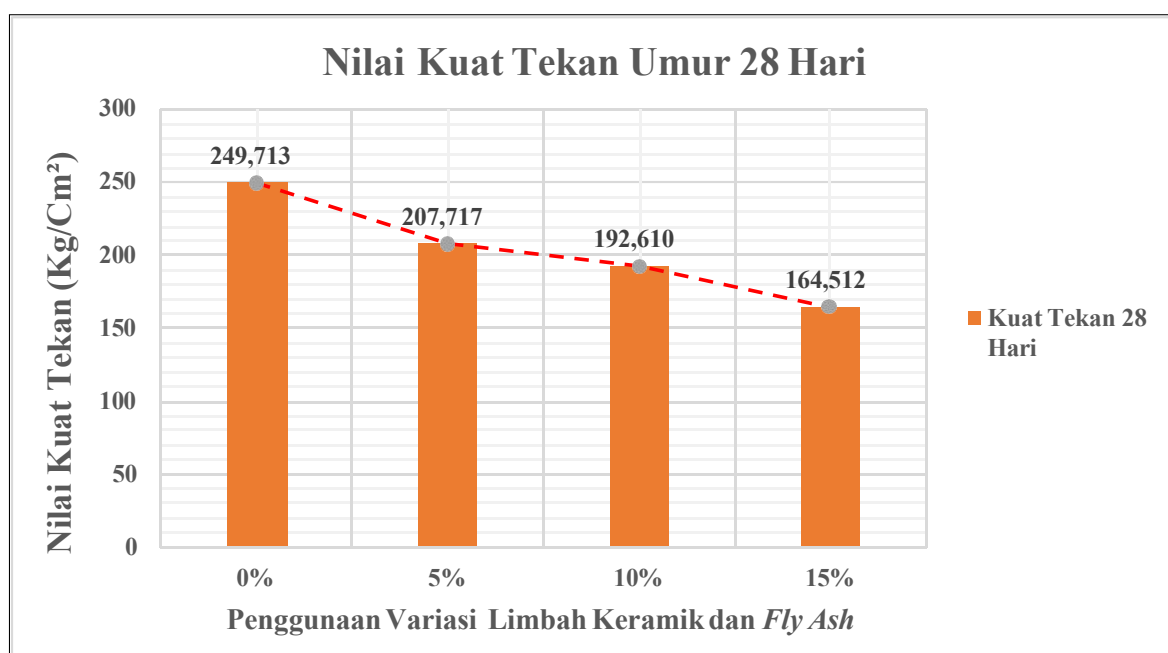
Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

Variasi Penggunaan Limbah Keramik dan Fly ash	Umur pengujian (hari)	No Sampel	Nilai Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm ²)
0%	28	1	257,418	294,713
		2	252,432	
		3	239,290	
5%	28	1	229,413	207,717
		2	181,280	
		3	213,457	
10%	28	1	165,871	192,610
		2	194,423	
		3	217,536	
15%	28	1	156,807	164,512
		2	171,310	
		3	165,418	

Perbandingan hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan penurunan kekuatan seiring dengan bertambahnya persentase penambahan campuran limbah keramik dan fly ash. Nilai tertinggi terdapat pada variasi 0% sebesar 249,713 kg/cm², sedangkan nilai terendah berada pada variasi 15% sebesar 164,512 kg/cm².



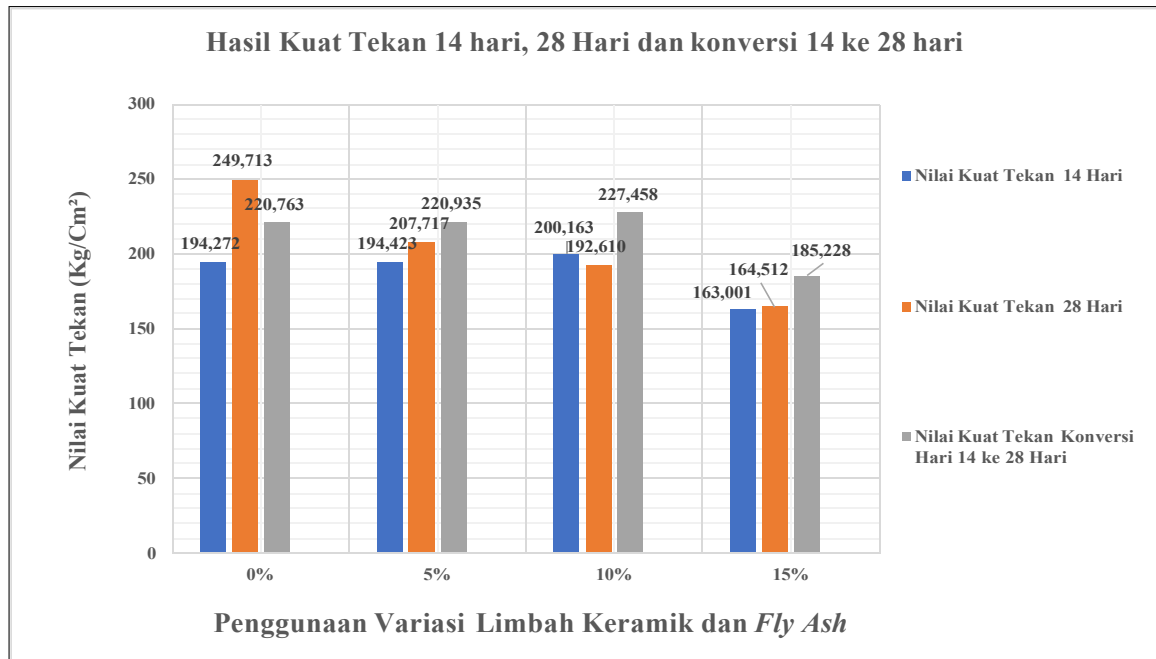
Gambar 2. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Umur 28 Hari

Nilai kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari. Beton tanpa campuran limbah keramik dan fly ash (0%) memiliki rata-rata kuat tekan sebesar 220,763 kg/cm². Pada variasi 5%, kuat tekan meningkat menjadi 227,458 kg/cm², dan pada variasi 10% menjadi 220,935 kg/cm². Namun, pada variasi 15% kuat tekan menurun menjadi 185,228 kg/cm², menunjukkan pola yang seimbang dengan nilai kuat tekan umur 14 hari sebelum dikonversi. Hasil konversi nilai kuat tekan beton dari umur 14 hari ke umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 4. Nilai Konversi 14 Hari Ke 28 Hari

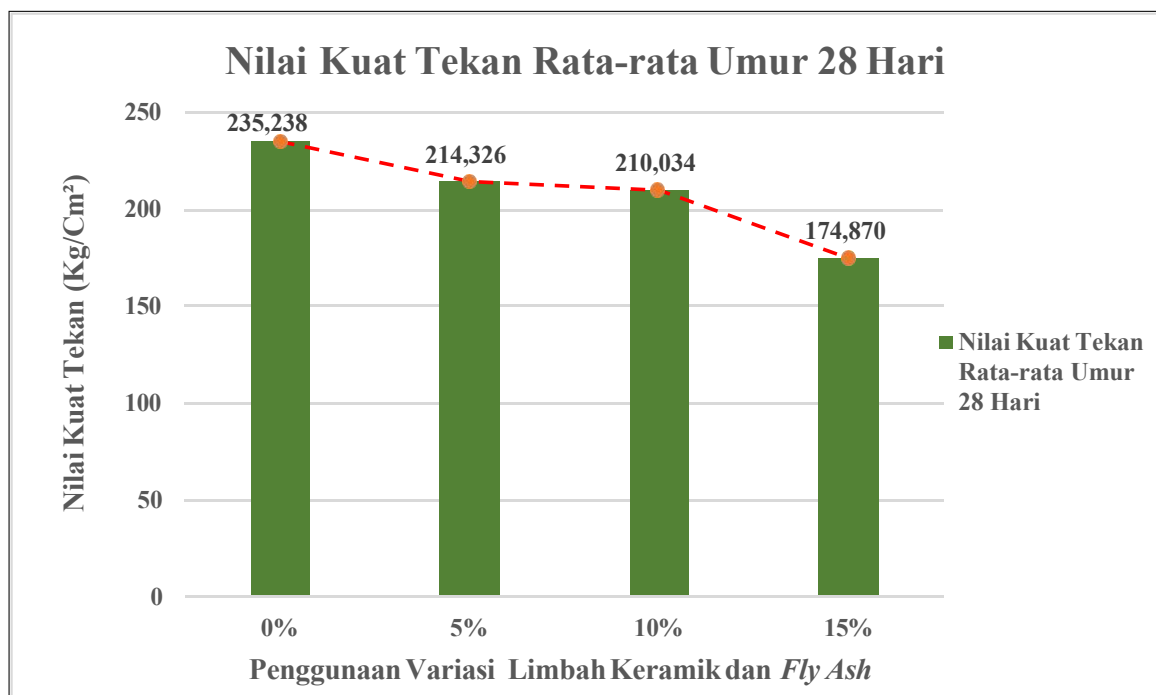
Variasi Penggunaan Limbah Keramik dan Fly ash	Umur pengetesan (hari)		Nilai Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm ²)
0%	14	28	1	220,763
			2	
			3	
5%	14	28	1	220,935
			2	
			3	
10%	14	28	1	227,458
			2	
			3	
15%	14	28	1	185,228
			2	
			3	

Perbandingan nilai kuat tekan beton dari keseluruhan tinjauan umur dan konversi dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kuat Tekan 14 dan 28 Hari

Berdasarkan grafik di atas diperoleh nilai kuat tekan beton yang bervariasi, sehingga untuk membandingkan setiap campuran variasi limbah keramik dan fly ash digunakan nilai kuat tekan rata-rata. Nilai tersebut diperoleh dari penggabungan nilai kuat tekan umur 28 hari dan nilai kuat tekan hasil konversi umur 14 ke 28 hari, seperti yang disajikan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Kuat Tekan 28 Hari

Grafik diatas menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari, yang diperoleh dari rata-rata antara nilai kuat tekan umur 28 hari dan hasil konversi dari nilai kuat tekan umur 14 hari ke umur 28 hari. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi terdapat pada variasi 0% sebesar

235,238 Kg/Cm², kemudian menurun secara bertahap pada variasi 5%, 10%, dan 15% dengan nilai masing-masing sebesar 214,326 Kg/Cm², 210,034 Kg/Cm², dan 174,870 Kg/Cm².

PENUTUP

Kesimpulan

1. Perencanaan job mix formula (JMF) beton K-225 menggunakan metode DOE (Department Of Environment) menghasilkan proporsi campuran beton untuk 6 benda uji sebagai berikut:
 - Semen = 7,695 Kg
 - Air = 4,325 Kg
 - Agregat Halus = 18,874 Kg
 - Agregat Kasar = 21,787 Kg
2. Nilai kuat tekan rata-rata beton yang didapatkan pada umur 28 yaitu beton tanpa variasi penggunaan limbah keramik dan fly ash (0%) sebesar 235,238 Kg/Cm² (K-235), sedangkan beton dengan variasi penggunaan limbah keramik dan fly ash 5%, 10% dan 15% memiliki kuat tekan masing-masing sebesar 214,326 Kg/Cm² (K-214), 210,034 Kg/Cm² (K-210), dan 174,870 Kg/Cm² (K-174).
3. Persentase optimum untuk penggunaan variasi limbah keramik dan fly ash belum dapat diusulkan karena nilai kuat tekan variasi 5% hingga 15% masih dibawah variasi 0%. Meskipun, pada umur 14 hari variasi 10% menunjukkan peningkatan kuat (200,163 Kg/Cm²) dibandingkan variasi 0% (194,272 Kg/Cm²), namun belum bisa dijadikan sebagai tinjauan tolak ukur terhadap usulan persentase optimum.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan limbah keramik dan fly ash sebagai bahan campuran beton.
2. Limbah keramik dan fly ash tidak digunakan secara bersamaan dalam satu campuran beton. Variasi penggunaan masing masing bahan sebaiknya dilakukan secara terpisah, dengan persentase penggunaan yang diusulkan antara umur 0% hingga 5%.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Alfatony, M. Z., & Sunarsih, E. S. (2019). Kajian Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Bahan Penyusun Beton Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 5(2), 69–77.
- Darmiyanti, L., Indriasari, & Tambunan, S. H. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar. *Jurnal Sipil Krisna*, 8(1), 11– 20. <https://doi.org/10.61488/sipilkrisna.v8i1.157>
- Koraia Dewi, Masyita. (2013). Pengaruh Penambahan Fly ash Dalam Campuran Beton Sebagai Substitusi Semen Ditinjau Dari Umur dan Kuat Tekan. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 149– 153. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/407/0>
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh penambahan abu terbang (Fly ash) terhadap kuat tarik belah beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 130642. <https://www.neliti.com/id/publications/130642/pengaruh-penambahan-abu-terbang-fly-ash-terhadap-kuat-tarik-belah-beton>
- Purnamasari, E. (2023). Pengaruh Variasi Penambahan Limbah Pecahan Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(1), 88–94. <https://doi.org/10.32487/jtt.v11i1.1646>

Revisdah, R., & Utari, R. (2018). Pemanfaatn limbah keramik terhadap kuat tekan beton. Prosiding Semnastek. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3554>

SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

Wicaksono, D. K., & Sudjati, J. J. (2012). Pemanfaatan limbah keramik sebagai agregat kasar dalam adukan beton. *Laporan Penelitian Konteks*, 4(1), 16–24. <https://e-journal.uajy.ac.id/1122/>