

**THE UTILIZATION OF THE WASTE OF CERAMIC SHERD AS SUBSTITUTE
GRAVEL IN NORMAL CONCRETE TO COMPRESSIVE STRENGHT
AND SPLIT TENSILE STRENGT OF CONCRETE**

**PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN KERAMIK SEBAGAI
PENGANTI KERIKIL PADA CAMPURAN BETON NORMAL DITINJAU TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

Lepie¹, Samuel Layang¹

¹Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP Universitas Palangka Raya
Jl. H. Timang Kampus UNPAR Tunjung Nyaho Palangka Raya

e-mail: lephie.putra@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the compressive strength and split tensile strength of concrete using the waste of ceramic sherd. Ceramic was used to replace gravel as coarse aggregate with percentage of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. This study was an experimental study using cylindrical test objects measuring 15 cm in diameter and 30 cm high. The total number of specimen are 50 pieces consisting of 30 test specimens for compressive strength testing and 20 specimens for testing the split tensile strength. Testing was done by using a Universal Testing Materials at the age of 14 days and 28 days. Based on the test results of compressive strength at 14 days old, the values obtained compressive strength of an average 8.77 MPa, 9.84 MPa, 10.27 MPa, 11.07 MPa, 12.07 respectively for the percentage of ceramic sherd 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. Results of testing compressive strength at 28 days obtained the compressive strength average 12.47 MPa, 12.20 MPa, 8.67 MPa, 11.57 MPa, 12.00 respectively for the percentage of ceramic sherd 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. Results of testing the split tensile strength at 14 days old values obtained for tensile strength an average of 4.80 MPa, 6.30 MPa, 4.75 MPa, 6.30 MPa, 6.15 respectively for the percentage of ceramic sherd 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. Results of testing the split tensile strength at 28 days showed that the value of tensile strength an average 5:55 MPa, 6.50 MPa, 4.90 MPa, 6.35 MPa, 7.55 respectively for the percentage of ceramic sherd 0%, 25%, 50%, 75% and 100% .

Keywords: waste of ceramic sherd, compressive strength, split tensile strenght

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering digunakan dalam struktur bangunan, kelebihan beton antara lain material dasar mudah diperoleh, dapat dibentuk sesuai keinginan dan mampu menerima kuat tekan dengan baik dan mudah perawatannya, selain itu beton dipilih karena kemudahan dalam pengerjaannya.

Penggunaan material pecahan keramik dalam campuran beton di Indonesia masih belum umum namun sudah mulai banyak digunakan antara lain untuk pengurukan , lapisan pondasi jalan dan pengisi pengecoran tulangan. Bahan baku seperti kerikil (agregat kasar), harus didapat dari luar daerah Palangka Raya, seperti daerah Kasongan, Kahayan dan Kapuas sehingga cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ke tahun akan semakin berkurang, terutama agregat kasar atau kerikil yang hampir 78% menjadi bahan pengisi utama campuran beton (Astanto, 2001 dalam Handy Febriyanto 2010: 2).

Penggunaan pecahan keramik pada campuran beton belum terlalu terkenal dan kurang pemanfaatannya. Limbah pecahan keramik dapat ditemukan di berbagai tempat bangunan baru dan bangunan lama. Pecahan keramik dibuang begitu saja tanpa pemanfaatan yang baik, pecahan keramik digunakan karena adanya interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat dan tingkat kekerasannya menyerupai kerikil. Bahan keramik adalah bahan dasar penyusun kerak bumi SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O dan terdapat paduan unsur logam dan non logam. Untuk memanfaatkan limbah tersebut maka dalam penelitian ini digunakan limbah pecahan keramik sebagai pengganti kerikil pada campuran beton normal.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan limbah pecahan keramik sebagai pengganti kerikil pada campuran beton normal ditinjau terhadap kuat tekan beton
2. Mengetahui pengaruh penggunaan limbah pecahan keramik sebagai pengganti kerikil pada campuran beton normal ditinjau terhadap kuat tarik belah beton

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pendidikan Teknik Bangunan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder (\varnothing 15 cm, tinggi 30 cm). Jumlah benda uji untuk masing-masing perlakuan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Benda uji

Kode Sampel	Prosentase Keramik (%)	Jenis pengujian dan umur dari jumlah benda uji			
		Kuat Tekan		Kuat Tarik Belah	
		14 hari	28 hari	14 hari	28 hari
L1	0	3 bh	3 bh	2 bh	2 bh
L2	25	3 bh	3 bh	2 bh	2 bh
L3	50	3 bh	3 bh	2 bh	2 bh
L4	75	3 bh	3 bh	2 bh	2 bh
L5	100	3 bh	3 bh	2 bh	2 bh
Jumlah		15 bh	15 bh	10 bh	10 bh
Total		50 bh			

Sebelum pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat yang meliputi

1. Pemeriksaan gradasi agregat kasar dan halus
Pemeriksaan gradasi agregat bertujuan untuk menentukan butiran (gradasi) agregat kasar dan halus yang pada SNI 03-1968-1990,.
2. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus
Pengujian kadar lumpur ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200 dengan cara pencucian yang mengacu pada SNI 13-6669-2002.
3. Pemeriksaan kadar air agregat kasar dan halus
Pemeriksaan kadar air agregat kasar dan halus ini bertujuan untuk mendapatkan angka presentase kadar air yang terkandung dalam agregat dan mengacu pada SNI 03-1971-90.
4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat jenis curah, berat jenis kering permukaan, dan berat jenis pada agregat, sedangkan pemeriksaan penyerapan air agregat untuk mengetahui besarnya penyerapan air pada agregat yang mengacu pada SNI 03-1970-90.
5. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
Pemeriksaan berat jenis ini mengacu pada SNI 03-1969-90.
6. Pemeriksaan berat isi agregat kasar dan halus
Pemeriksaan berat isi agregat ini bertujuan untuk mengetahui berat isi yang terkandung dalam agregat, mengacu pada SNI 03-4804-1998.

Perencanaan campuran beton untuk benda uji silinder berdasarkan SNI 03-2834-2000, tentang tata cara pembuatan pencana campuran beton normal. Perawatan benda uji dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Menurut SK SNI T-15-1990-03 perawatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara merendam seluruh permukaan benda uji beton silinder dalam bak perendaman yang berisi air, untuk menghindari keretakan karena kehilangan air. Tujuan perawatan ini tidak hanya untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksud untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air ketahanan terhadap keausan, dan stabilitas dari dimensi struktur. Pengujian benda uji menggunakan alat Universal Testing Material pada umur 14 hari dan 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN**PEMERIKSAAN SIFAT FISIK AGREGAT**

Hasil pemeriksaan sifat fisik agregat terhadap beberapa parameter uji sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar (kerikil)

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
Pemeriksaan gradasi	Masuk dalam zona 2
Kadar air rata-rata	5,24%
Berat jenis curah (<i>bulk density</i>)	3,19%
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	3,25%
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	3,35%
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1,15%
Berat isi cara <i>shovelled</i>	1,27 g/cm ³
Berat isi cara ditusuk (<i>rodded</i>)	1,39 g/cm ³
Berat isi cara goyang	1,41 g/cm ³

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisik keramik

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
Pemeriksaan gradasi	Masuk dalam zona 2
Kadar air rata-rata	0,33%
Berat jenis curah (<i>bulk density</i>)	2,52%
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	2,61%
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	2,75%
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	3,28%

Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisik agregat halus

Uraian Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
Pemeriksaan gradasi	Masuk dalam zona 2
Kadar air rata-rata	2,53%
Berat jenis curah (<i>bulk density</i>)	2,97%
Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	3,01%
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	3,11%
Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	1,63%
Berat isi cara <i>shovelled</i>	1,12 g/cm ³
Berat isi cara ditusuk (<i>rodded</i>)	1,38 kg/cm ³
Berat isi cara goyang	1,43 kg/cm ³

Dari hasil perencanaan campuran (*mix design*), diperoleh proporsi campuran beton tiap m³ (prosentase keramik 0%) sebagai berikut:

- Semen = 372,73 kg/m³
- Air = 152,63 kg/m³
- Agregat halus = 742,47 kg/m³
- Agregat kasar = 1272,2 kg/m³

Untuk prosentasi keramik lainnya, proporsi campuran beton seperti pada Tabel 5

Tabel 5. Proporsi campuran dengan keramik sebagai pengganti kerikil

Material (kg)	Prosentase Pengganti Kerikil				
	0%	25%	50%	75%	100%
Semen	22,72	22,72	22,72	22,72	22,72
Air	9,31	10,55	11,80	13,04	14,21
Agregat halus	45,27	45,27	45,27	45,27	45,27
Agregat kasar	77,56	58,17	38,78	19,14	-
Pecahan keramik	-	18,14	36,28	53,73	68,79

PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER

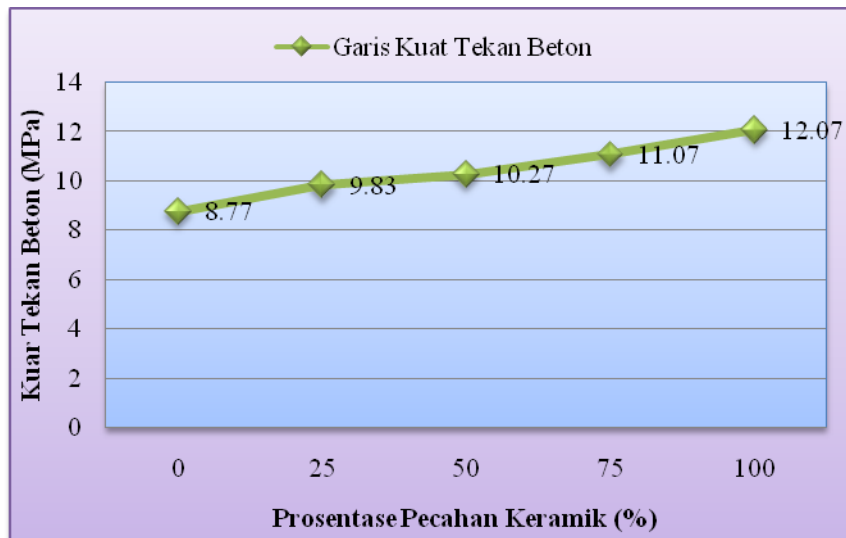
Pengujian kuat tekan silinder dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian silinder pada umur 14 hari, diperoleh hasil bahwa peningkatan nilai kuat tekan rata-rata berbanding lurus dengan prosentase jumlah keramik. Nilai kuat tekan rata-rata terbesar diperoleh pada prosentase keramik 100%, artinya semua agregat kasar menggunakan keramik.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari

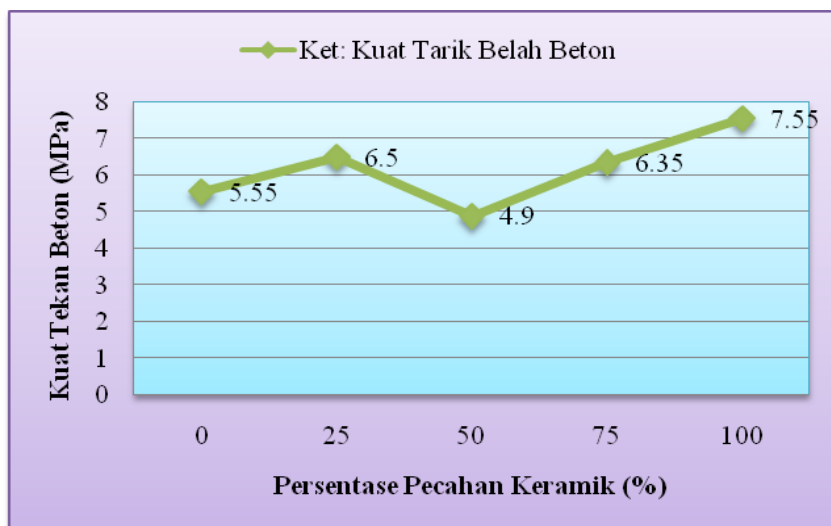
Prosentase Keramik	Benda Uji	Berat (kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0%	1	11,90	176771,5	300	150	7,8	8,77
	2	12,20	176771,5	300	150	9,1	
	3	12,60	176771,5	300	150	9,4	
25%	1	12,00	176771,5	300	150	9,8	9,84
	2	12,15	176771,5	300	150	9,8	
	3	11,95	176771,5	300	150	9,9	
50%	1	11,70	176771,5	300	150	10,0	10,27
	2	11,60	176771,5	300	150	10,3	
	3	11,75	176771,5	300	150	10,5	
75%	1	11,65	176771,5	300	150	10,6	11,07
	2	11,75	176771,5	300	150	10,9	
	3	11,60	176771,5	300	150	11,7	
100%	1	11,45	176771,5	300	150	11,8	12,07
	2	11,50	176771,5	300	150	12,2	
	3	11,50	176771,5	300	150	12,2	

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari

Prosentase Keramik	Benda Uji	Berat (kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0%	1	12,05	176771,5	300	150	12,6	12,47
	2	12,15	176771,5	300	150	12,9	
	3	12,30	176771,5	300	150	11,9	
25%	1	11,85	176771,5	300	150	13,1	12,20
	2	12,00	176771,5	300	150	13,6	
	3	12,15	176771,5	300	150	9,9	
50%	1	11,60	176771,5	300	150	9,8	8,67
	2	11,90	176771,5	300	150	7,2	
	3	11,70	176771,5	300	150	9,0	
75%	1	11,55	176771,5	300	150	12,3	11,57
	2	11,75	176771,5	300	150	11,7	
	3	11,60	176771,5	300	150	10,7	
100%	1	11,30	176771,5	300	150	14,1	12,00
	2	11,65	176771,5	300	150	10,8	
	3	11,45	176771,5	300	150	11,1	



Gambar 1. Hubungan kuat tekan rata-rata dengan prosentase pecahan keramik pada umur beton 14 hari



Gambar 2. Hubungan kuat tekan rata-rata dengan prosentase pecahan keramik pada umur beton 28 hari

Dari Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diketahui kenaikan atau penurunan kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari.

Tabel 8. Kenaikan/penurunan kuat tekan beton umur 14 hari

Prosentase Keramik	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan Terhadap Prosentase 0% pecahan Keramik (%)
0	8,97	-	-
25	9,83	Naik	12,17
50	10,27	Naik	17,11
75	11,07	Naik	26,24
100	12,07	Naik	37,64

Tabel 9. Kenaikan/penurunan kuat tekan beton umur 28 hari

Prosentase Keramik	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Naik/Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan Terhadap Prosentase 0% pecahan Keramik (%)
0	12,47	-	-
25	12,02	Turun	2,19
50	8,67	Turun	30,48
75	11,57	Turun	7,22
100	12,00	Turun	3,74

Nilai kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari menunjukkan bahwa prosentase limbah pecahan keramik terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan dan penurunan.

Kuat tekan beton umur 14 hari untuk semua prosentase pecahan keramik mengalami peningkatan. Sebaliknya mengalami penurunan pada umur 28 hari. Penurunan terbesar pada prosentase keramik 50% yaitu terjadi penurunan sebesar 30,48%. Hal ini disebabkan karena banyaknya air yang digunakan pada campuran, yang ditunjukkan dengan nilai slump sebesar 20 cm.

PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH

Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan mesin uji tarik beton dengan meletakkan benda uji pada arah memanjang diatas alat penguji, kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Ukuran benda uji berbentuk silinder, tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, yang diuji setelah beton mencapai umur 14 dan 28 hari.

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton pada umur 14 hari

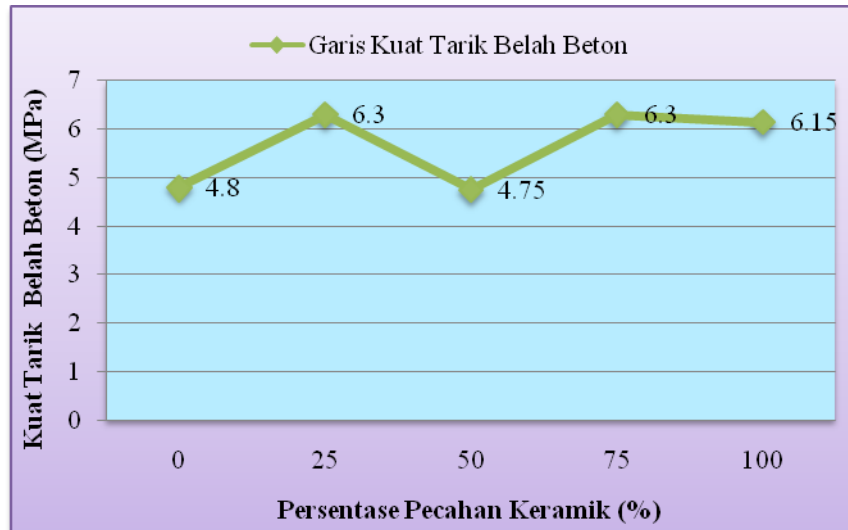
Prosentase Keramik	Benda Uji	Berat (kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0%	1	12,15	176771,5	300	150	5,1	4,80
	2	12,05	176771,5	300	150	4,5	
25%	1	12,25	176771,5	300	150	6,5	6,30
	2	11,90	176771,5	300	150	6,1	
50%	1	11,85	176771,5	300	150	4,9	4,75
	2	11,90	176771,5	300	150	4,6	
75%	1	11,75	176771,5	300	150	6,1	6,30
	2	11,75	176771,5	300	150	6,5	
100%	1	11,49	176771,5	300	150	6,5	6,15
	2	11,45	176771,5	300	150	6,8	

Tabel 11. Hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton pada umur 28 hari

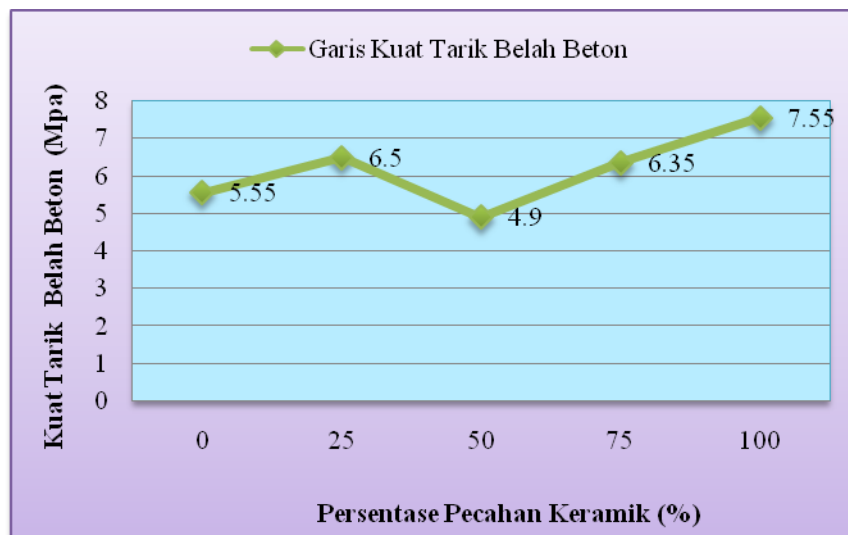
Prosentase Keramik	Benda Uji	Berat (kg)	Luas (mm ²)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tekanan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0%	1	12,80	176771,5	300	150	5,5	5,50
	2	12,80	176771,5	300	150	5,6	
25%	1	11,90	176771,5	300	150	6,6	6,50
	2	12,00	176771,5	300	150	6,4	
50%	1	11,70	176771,5	300	150	4,9	4,90
	2	11,85	176771,5	300	150	4,9	
75%	1	11,45	176771,5	300	150	6,7	6,35
	2	11,70	176771,5	300	150	6,0	
100%	1	11,65	176771,5	300	150	7,7	7,55
	2	11,70	176771,5	300	150	7,4	

Dari data tabel di atas berat rata-rata beton silinder pada umur 14 hari dengan pengganti kerikil dengan pecahan keramik 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% adalah 11,89 kg. Berdasarkan syarat dan ketentuan menurut SNI 03-2834-2000, berat isi beton dengan pengganti kerikil (pecahan keramik) termasuk dalam jenis beton normal yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecahkan.

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat hubungan antara pecahan keramik pengganti kerikil dengan kuat tarik belah beton.



Gambar 3. Grafik hubungan kuat tarik belah rata-rata dengan pecahan keramik umur beton 14 hari



Gambar 4. Grafik hubungan kuat tarik belah rata-Rata dengan pecahan keramik umur beton 28 hari

Dari Tabel 12 dan Tabel 13, dapat diketahui kenaikan dan penurunan kuat tarik belah beton pada umur 14 dan 28 hari dari masing-masing prosentase pecahan keramik pengganti kerikil.

Tabel 12. Kenaikan dan penurunan kuat tarik belah beton umur 14 hari

Pecahan Keramik (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Naik / Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan Terhadap Prosentase 0% pecahan Keramik (%)
0	4,8	-	-
25	6,3	Naik	31,25%
50	4,75	Turun	1,04%
75	6,3	Naik	31,25%
100	6,15	Naik	28,38%

Tabel 13. Kenaikan dan penurunan kuat tarik belah beton umur 28 hari

Pecahan Keramik (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Naik / Turun	Kenaikan / Penurunan Kekuatan Terhadap Prosentase 0% pecahan Keramik (%)
0	5,55	-	-
25	6,5	Naik	17,11%
50	4,9	Turun	11,07%
75	6,35	Naik	14,41%
100	7,55	Naik	36,04%

Pada umur 14 hari dengan komposisi limbah pecahan keramik 0%, 25%, 75%, dan 100% mengalami kenaikan kuat tarik belah beton pada prosentase 25% yaitu sebesar 31,25% untuk limbah pecahan keramik komposisi 50% mengalami penurunan kuat tarik belah beton sebesar 1,04% sedangkan komposisi 75% dan 100% naik sebesar 31,25% dan 28,13% dari beton normal terhadap kuat tarik belah beton.

Pada umur 28 hari dengan komposisi limbah pecahan keramik prosentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Untuk komposisi 25% naik sebesar 17,12%, sedangkan komposisi 50% mengalami penurunan sebesar 11,07%, sedangkan komposisi 75% dan 100% mengalami kenaikan sebesar 14,41% dan 36,04%.

Komposisi limbah pecahan keramik dengan prosentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% pada umur 14 dan 28 hari menunjukkan bahwa penurunan kuat tarik belah beton pada komposisi 50% yaitu untuk 14 hari sebesar 1,04%, dan untuk 28 hari sebesar 11,71%. Meskipun sudah mencapai umur beton yang maksimal 28 hari, kenaikan dan penurunan kuat tarik belah beton ini disebabkan oleh beberapa faktor yang hampir sama dengan kuat tekan beton pada umur 14 hari, karena proses pembuatan benda uji dengan prosentase limbah pecahan keramik dilaksanakan 1 kali pengadukan yang mengakibatkan hampir semua benda uji dengan komposisi 50% mengalami penurunan kekuatan. Hal ini disebabkan karena nilai *slump* yang tidak sesuai rencana yaitu sebesar 20 cm sedangkan direncanakan sebesar 10-14 cm dari keruntuhan adukan campuran beton. Penurunan kuat tarik belah beton disebabkan beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

1. Penggumpalan pecahan keramik pada campuran beton mempengaruhi kuat tarik belah beton
2. Beton belum mencapai kuat tarik belah yang maksimal dan nilai *slump* yang tidak sesuai rencana, pada limbah pecahan keramik 50%, pada umur beton 14 hari dan 28 hari
3. Ukuran pecahan keramik terlalu besar dan penyerapan air terlalu kecil sehingga mengakibatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang direncanakan tidak memenuhi nilai yaitu sebesar 20 MPa.

Dapat disimpulkan bahwa beton pada umur 14 dan 28 hari, mengalami penurunan dan kenaikan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton akibat tidak terpenuhinya nilai *slump* yang direncanakan dan ukuran agregat kasar yang tidak memenuhi ukuran maksimum agregat yang direncanakan.

PENUTUP

KESIMPULAN

1. Penggunaan limbah pecahan keramik pada campuran beton normal, memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton umur 14 hari dengan prosentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pada penggunaan pecahan keramik 25% kenaikan kuat tekan beton sebesar 12,71%, untuk prosentase 50% naik sebesar 17,11%, serta 75% naik sebesar 26,24%, dan komposisi campuran 100% nilai kenaikan yaitu sebesar 37,64% dari komposisi beton normal.

2. Sasa Penggunaan limbah pecahan keramik pada campuran beton normal memberikan pengaruh terhadap kuat tekan pada umur 28 hari dengan prosentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Pada penggunaan keramik 25% penurunan kuat tekan beton sebesar 2,14%, untuk prosentase 50% nilai penurunan sebesar 30,48%, serta 75% nilai penurunan sebesar 7,22%, dan untuk komposisi campuran 100% nilai penurunan 3,74% dari komposisi beton normal.
3. Penggunaan limbah pecahan keramik pada campuran beton normal memberikan pengaruh terhadap kuat tarik belah beton pada umur 14 hari dengan prosentase 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pada penggunaan keramik 25% kenaikan kuat tarik belah sebesar 31,25%, untuk prosentase keramik 50% mengalami penurunan sebesar 1,04%, sedangkan nilai prosentase 75% dan 100% mengalami kenaikan sebesar 31,25% dan 28,13%. Untuk prosentase 25%, 75%, dan 100% mengalami kenaikan pada komposisi campuran beton normal, tanpa terkecuali prosentase campuran agregat kasar 50% yang cenderung turun.
4. Prosentase penggunaan limbah pecahan keramik pada campuran beton normal, memberikan pengaruh kuat tarik belah beton pada umur 28 hari dengan prosentase agregat kasar yaitu 0%, 25%, 75% dan 100%. Pada penggunaan keramik 25% naik sebesar 17,21%, untuk 50% mengalami penurunan sebesar 11,71%, sedangkan pada prosentase 75% dan 100% mengalami kenaikan sebesar 14,41% dan 36,04%. Prosentase limbah pecahan keramik 0%, 25%, 75%, dan 100% untuk pengujian beton umur 28 hari, tidak masuk dalam kuat tekan beton direncanakan sebesar 20 Mpa.

SARAN

1. Untuk mendapatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton, gradasi agregat kasar harus masuk dalam batas *fine modulus* (batas modulus kehalusan agregat kasar persyaratan diijinkan SK SNI S-04-1989-F yaitu (7,47-9,55) kemudian limbah pecahan keramik diperkecil untuk mendapatkan gradasi butiran yang lebih baik.
2. Penggunaan agregat halus harus disesuaikan dengan persyaratan diijinkan SK SNI S-04-1989-F yaitu (2,3-3,1) dan agregatnya jangan terlalu halus harus masuk dalam batas *fine modulus* (batas modulus kehalusan).
3. Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa nilai *slump* yang disesuaikan dengan rencana dan pada saat pengadukan air dimasukan sedikit demi sedikit agar nilai *slump* yang direncanakan sesuai kebutuhan pengaduk yang telah ditentukan.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan pecahan keramik satu merk dan tidak dicampur dengan merk yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Nasional Indonesia, (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Halus)*, SNI 03-1970-1990. Jakarta.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Nasional Indonesia, (Metode pengujian Kadar Air Agregat)*, SNI 03-1971-1990. Jakarta.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Nasional Indonesia,(Agregat Kasar Untuk Beton)*, SNI 03-1968-1990, Yayasan LPMB. Jakarta.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Nasional Indonesia, (Metode pengujian Analisi Saringan Agregat halus dan Agregat Kasar)*, SNI 03-1968-1990. Jakarta.
- [5] Depertemen Pekerjaan Umum. 1990. *Standar Nasional Indonesia,SNI 03-1765-1990*. Yayasan LPMB. Jakarta.
- [6] Departemen Pekerjaan umum. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SK SNI T-15-1991-03. Cetakan pertama, DPU– Yayasan LPMB. Bandung.
- [7] Departemen Pekerjaan Umum. 2000. *Standar Nasional Indonesia(Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)*, SNI 03-2834-2000. Bandung.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Standar Nasianl Indonesia,(Pengujian Kuat Tekan Beton)*, SNI 03-1974-2002. Bandung.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Standar Nasianl Indonesia,(Pengujian Kuat Tarik Belah Beton)*, SNI 03-2491-2002. Bandung.
- [10] Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Standar Nasional Indonesia, (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Kasar)*, SNI 03-1969-2008. Jakarta.

- [11] Departemen Pekerjaan Umum, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal*, SK SNI T-15-1990-03. Bandung.
- [12] Febriyanto, Handy. 2010. *Pemanfaatan limbah bahan padat sebagai agregat kasar pada pembuatan beton normal*. Diunduh pada tanggal 13 Maret 2015, dari <http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/civil-engineering/20>.
- [13] Kristian, Joni. 2014. *Studi eksperimental penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar dalam perencanaan campuran beton normal*. Diunduh pada tanggal 13 Maret 2015, dari <http://ejournal.uaij.ac.id/1122/1/OTS12726>.
- [14] Patrisia, Y., & Coenraad, R. (2014). MATHEMATIC MODELLING OF CONCRETE PUMP PRODUCTIVITY ON THE CONCRETE WORK OF CONSTRUCTION PROJECT IN PALANGKA RAYA. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 2(2), 12-22.
- [15] SK SNI -04 -1990-F. 1990. *Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Campuran Beton*. Yayasan LPMB. Jakarta.
- [16] SNI 03-1972. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- [17] SK SNI T15-03. 1990. *Metode Perawatan Benda Uji* Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- [18] SNI 03-2834. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- [19] SNI 03-2491. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- [20] Suwarni. 2010. *pengaruh penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar terhadap pembuatan bata beton berlubang ditinjau dari kuat tekan, serap air dan nilai ekonomisnya*. Diunduh pada tanggal 13 Maret 2015 dari <https://www.google.co.id/search?q=pengaruh+penggunaan+pecahan+keramik+sebagai+pengganti+agregat+kasar>.
- [21] Wicaksono, D, Kurniawan. 2001. *pemanfaatan pecahan keramik sebagai agregat kasar*. Diunduh pada tanggal 13 Maret 2015 dari <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/4597>.