

KAJIAN EKSPERIMENTAL BETON DENGAN LIMBAH PECAHAN KERAMIK

Ira Puspitasari^{1*}, Hasnyman¹

¹Program Studi Konstruksi Bangunan

Politeknik TEDC Bandung

*eera.civilundip@gmail.com

Abstrak: Penggunaan material alam secara terus-menerus pada pembuatan beton dikhawatirkan terjadi eksploitasi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, sehingga dibutuhkan material pengganti yang lebih ramah lingkungan dan memiliki nilai lebih apabila berasal dari limbah. Pada pekerjaan konstruksi tentunya ada saja potongan keramik yang tidak dibutuhkan lagi, hal itu jika dibiarkan begitu saja akan menjadi limbah bagi lingkungan. Keramik termasuk kategori limbah padat namun hampir memiliki kesamaan karakteristik dari material agregat kasar yang umum digunakan pada beton, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan keramik sebagai pengganti Sebagian agregat kasar pada kuat tekan dan berat volume beton. Variabel penelitian yang digunakan adalah beton dengan 0% limbah keramik atau beton normal (BN), 20 % limbah keramik (BK 1), 40 % limbah keramik (BK 2), 60% limbah keramik (BK 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah keramik meningkatkan kuat tekan dan berat volume beton. Kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 89% dari kuat tekan beton normal yaitu 14,9 MPa pada komposisi 60% limbah keramik. Berat volume juga mengalami kenaikan 1,08 % dari berat volume beton normal.

Kata kunci: keramik, limbah, berat volume

Abstract: It is feared that the continuous use of natural materials in making concrete will result in the exploitation of non-renewable natural resources, so replacement materials that are more environmentally friendly and have more value if they come from waste are needed. In construction work, of course, there are pieces of ceramic that are no longer needed, if left alone, they will become waste for the environment. Ceramics are included in the solid waste category but have almost the same characteristics as coarse aggregate materials commonly used in concrete. This research aims to determine the effect of using ceramics as a substitute for some coarse aggregates on concrete's compressive strength and volume weight. The research variables used were concrete with 0% ceramic waste or normal concrete (BN), 20% ceramic waste (BK 1), 40% ceramic waste (BK 2), and 60% ceramic waste (BK 3). The research results show that using ceramic waste increases concrete's compressive strength and volume weight. Compressive strength increased by 89% from normal concrete compressive strength, namely 14.9 MPa with a 60% ceramic waste composition. The volume weight increased by 1.08% from the normal concrete volume weight.

Keywords: ceramics, waste, volume weight

I. PENDAHULUAN

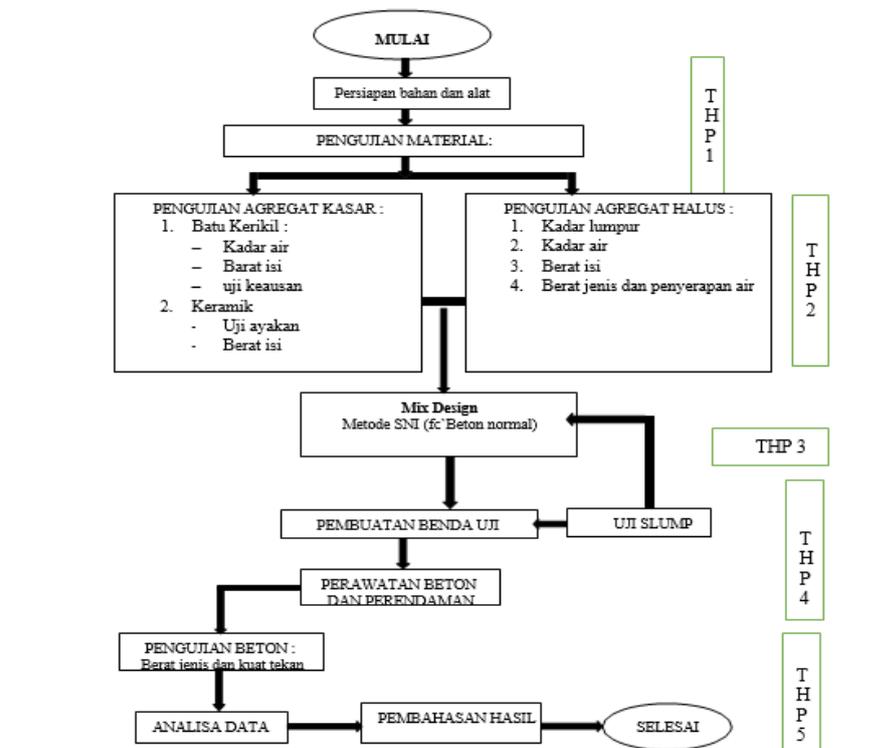
Beton adalah material konstruksi dengan penyusunnya terdiri atas agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen hidrolik, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan [1]. Penggunaan material alam secara terus-menerus dikhawatirkan terjadi eksploitasi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, sehingga dibutuhkan material pengganti yang lebih ramah lingkungan dan memiliki nilai lebih apabila berasal dari limbah. Pemanfaatan limbah bertujuan untuk mencegah pencemaran lingkungan dikarenakan jumlahnya yang banyak dimana bisa membuat kerugian bagi manusia dan ekosistem [2]. Dalam pekerjaan konstruksi biasanya terdapat sisa potongan keramik yang tidak terpakai, dimana jika diabaikan akan menjadi limbah bagi lingkungan. Keramik masuk dalam kategori limbah padat dan cukup memiliki kesamaan karakteristik dengan agregat kasar yang umum digunakan pada beton, terutama pada gradasi dan berat jenisnya [3]. Keramik berasal dari tanah liat yang dicampur

dengan bahan lainnya melalui proses pembakaran pada suhu tertentu. Limbah pecahan keramik ini belum banyak dimanfaatkan secara optimal, hanya biasanya digunakan sebagai urugan saja. Sehingga pada penelitian ini akan memanfaatkan limbah keramik untuk menggantikan kerikil [5]. Dari segi ekonomi, pemanfaatan limbah keramik sebagai pengganti sebagian pasir alami adalah bisa mengurangi harga pokok pembuatan beton. Dari segi lingkungan, adanya penggunaan limbah keramik ini meminimalisir eksploitasi penggalian kerikil [4]. Sejumlah penelitian tentang pemanfaatan limbah keramik menunjukkan bahwa penggunaan limbah keramik sebesar 14% menggantikan kerikil menghasilkan kuat tekan paling optimum dengan kenaikan sebesar 6,27 % dari beton normal [5]. Dari hasil uji slump diketahui bahwa seiring dengan besarnya penambahan limbah keramik, maka semakin kecil nilai slumpnya, dikarenakan penambahan limbah keramik berpengaruh terhadap nilai slump [5]. Dari hasil analisis pada Gambar 2 menunjukkan persentase campuran limbah keramik sebanyak 5% adalah 11,31 MPa, masih tinggi dari nilai kuat tekan beton normal 10,67 MPa [6]. Penambahan keramik mencapai hasil paling optimum pada saat penambahan limbah keramik sebanyak 25% [3]. Dari hasil penelitian di dapatkan beton yang menggunakan agregat limbah keramik 100% menghasilkan berat jenis yang jauh lebih ringan yaitu sebesar 1353.53 kg/cm³ dari pada beton keramik yaitu sebesar 1895.98 kg/cm³. Kuat tekan optimum terdapat pada variasi 45.12 % ALK yaitu sebesar 12.99 MPa lebih besar dibandingkan beton tanpa keramik yaitu sebesar 6.83 MPa [7]. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya bisa disimpulkan bahwa limbah pecahan keramik bisa dimanfaatkan untuk menggantikan agregat kasar pada pembuatan beton dan dapat meningkatkan kekuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan keramik sebagai pengganti Sebagian agregat kasar pada kuat tekan dan berat volume beton.

II. METODOLOGI

II.1. Diagram Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Tahapan penelitian digambarkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur Tahapan:

1. Tahapan Pertama

Tahapan pertama yaitu melakukan persiapan berdasarkan hasil studi dan observasi lapangan. Setelah itu dilakukan pengumpulan material dan dilanjutkan dengan pengolahan material. Setelah material yang ada sudah siap maka dilanjutkan pengujian material.

2. Tahapan Kedua

Pada tahap ini dilakukan pengujian karakteristik bahan meliputi uji fisik yaitu berat isi agregat, kadar air, lumpur, kekerasan agregat, keausan agregat, berat jenis agregat dan penyerapan air serta analisa saringan agregat.

3. Tahapan Ketiga

Pada tahapan ketiga ini membahas tentang analisis data kuat tekan beton. Setelah mendapatkan hasil yang fix, maka dilakukan dengan membuat kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

4. Tahap keempat

Pada tahap keempat pembuatan benda uji berupa 20 buah silinder dan dilakukan perawatan dengan perendaman selama 14 hari. Selanjutnya dilakukan pengujian berat jenis beton, dan kuat tekan.

5. Tahap kelima

Tahap kelima dilakukan analisis data dan penarikan kesimpulan dan saran kadar air, berat jenis dan penyerapan, analisa saringan. Parameter agregat kasar yang diuji meliputi berat isi, kadar air, kadar lumpur, berat jenis, dan penyerapan, analisa saringan, keausan agregat

II.2 Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh seorang peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi mengenai hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2010)[8]. Di tahap ini dilakukan pembuatan benda uji dengan hasil mix desain disubstitusikan ke proporsi benda uji dengan variabel sebagai:

1. Beton dengan campuran agregat dari pecahan keramik 0% berjumlah 3 sampel (Beton 1)
2. Beton dengan campuran agregat dari pecahan keramik 20% berjumlah 3 sampel (Beton 2)
3. Beton dengan campuran agregat dari pecahan keramik 40% berjumlah 3 sampel (Beton 3)
4. Beton dengan campuran agregat dari pecahan keramik 60% berjumlah 3 sampel (Beton 4)

Sehingga total keseluruhan benda uji yaitu 12 sampel. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji. Setelah benda uji dicetak, dilakukan perawatan benda uji. Pengujian kuat tekan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material bertujuan untuk memperoleh karakteristik/ sifat dari material beton meliputi agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan abu batu. Hasil rekapitulasi pemeriksaan adalah sebagai berikut:

III.1.1 Air

Air diperiksa dengan pengamatan visual, dimana diperoleh hasil bahwa air yang akan digunakan memenuhi kriteria persyaratan SNI 03-6861. 1-2002 [9]. Dalam pembuatan beton yaitu tidak berbau, tidak berwarna, berlumpur, minyak dan benda terapung lainnya.

III.1.2 Semen

Semen yang akan digunakan diamati secara visual meliputi kondisi bungkus semen yang

digunakan masih baik, tidak cacat, kering dan semen dalam kondisi gembur. Pemeriksaan butir semen dengan membuka bungkus semen lalu diamati secara visual dimana hasil pengamatan menunjukkan semen tidak menggumpal atau dalam keadaan baik.

III.1.3 Agregat Halus (pasir)

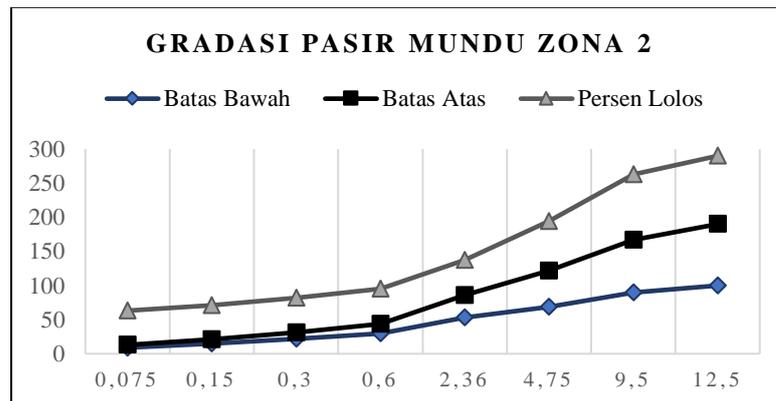
Pasir yang digunakan untuk pembuatan beton adalah pasir mundu yang secara fisik diperlihatkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Pasir Mundu

a. Analisa saringan

Pengujian analisa saringan menggunakan saringan diameter 31,5 mm sampai $7,5 \times 10^{-3}$ mm kemudian dimasukkan pada grafik gradasi pasir zona 2 di gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik gradasi pasir Mundu zona 2 (Sumber: Hasil Analisis)

Gambar 3 menunjukkan rekap data hasil pemeriksaan pasir mundu, dari analisa saringan agregat halus diperoleh bahwa pasir di zona 2, kondisi ini sesuai dengan persyaratan dalam membuat beton normal. Angka Modulus halus butir yang diperoleh yaitu 2,790%, artinya telah sesuai spesifikasi nilai paling maksimum dan telah ditetapkan SNI 03-1968-1990 sebesar 8%.

b. Kadar Lumpur

Kadar lumpur dilakukan pada pasir lolos ayakan 0,075 (MESH 200).

Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Kadar Lumpur Pasir Mundu

Pengujian	Pasir Mundu	
	Sampel 1	Sampel 2
Kadar Lumpur	2,62 %	2,62 %
Rata-rata	2,62 %	

Dari tabel 1 bisa disimpulkan bahwa pasir mundu memiliki kadar lumpur 2,62% dimana nilainya kurang dari 5% maka pasir mundu memenuhi standar untuk material beton karena menurut SNI-08-1989-F kadar maksimum kadar lumpur pada pasir sebesar 5%.

c. Berat Jenis Pasir

Rekapitulasi hasil pemeriksaan berat jenis ada di tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Pengujian Berat Jenis Pasir Mundu dan Malang

Pengujian	Pasir Mundu	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Jenis	2,821	2,826
Rata-rata	2,82	

Nilai berat jenis pasir mundu sebesar 2,82 gr/cm³, sedangkan standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 s/d 2,83 gr/cm³ sehingga pasir mundu memenuhi spesifikasi. Agregat dengan berat jenis 2,5 sampai dengan 2,7 gr/cm³ bisa menciptakan beton dengan berat jenis 2,3 gr/cm³ (Tjokrodinuljo, 1995).

d. Berat isi pasir

Pengujian berat isi pasir sesuai SNI 03-1973-2008 dengan hasil pengujian berat isi agregat halus adalah sebagai berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Pengujian Berat Isi Pasir Mundu

Pengujian	Pasir Mundu	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Isi (kg/m ³)	1,70	1,74
Rata-rata	1,72	

Berdasarkan SNI 03-1973-2008 nilai minimum berat isi pasir adalah 0,4-1,9 kg/m³, sehingga pasir mundu sesuai dengan syarat berat isi sebagai campuran pembuatan beton.

e. Kadar Air pasir

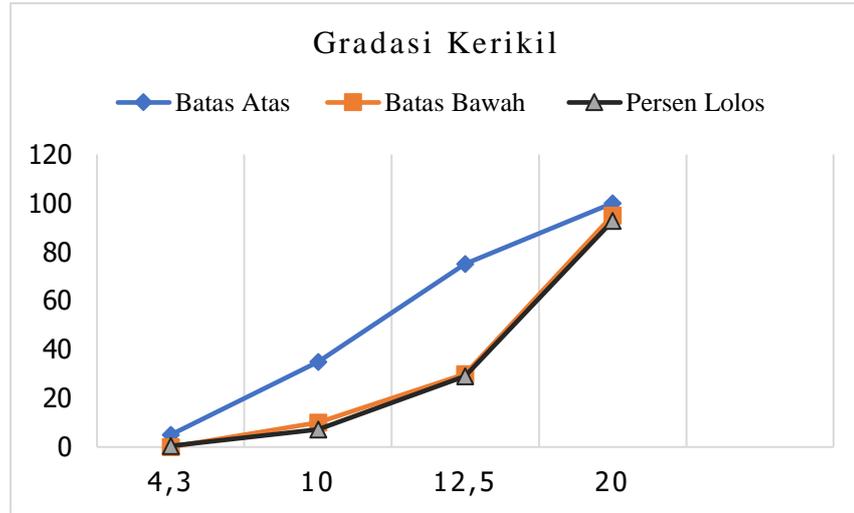
Rekapitulasi hasil pemeriksaan berat jenis ada di tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Rekapitulasi Pengujian Kadar Air Pasir Mundu

Pengujian	Pasir Mundu	
	Sampel 1	Sampel 2
Kadar Air	3,5 %	6 %
Rata-rata	4,75 %	

III.1.4. Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar/ kerikil antara lain berat isi, berat jenis, analisa saringan, kadar air, kadar lumpur dan keausan yang disajikan pada tabel dan gambar di bawah ini.



Gambar 6. Grafik gradasi kerikil

Tabel 5. Rekapitulasi Pemeriksaan Agregat Kasar

Parameter	Satuan	Agregat Kasar (Split)
Kadar Air Asli	%	1,52
Keausan	%	29
Berat Isi	kg/m ³	2,66
Berat Jenis Asli		2,78
Kadar Lumpur	%	0,2
Analisa Saringan (FM)	%	8,69

Penjelasan dari tabel 5 di atas adalah sebagai berikut:

1. Kadar Air

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kadar air kerikil sebesar 1,52 %, sehingga kerikil disimpulkan tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 3% - 5%. Pengeringan langsung oleh matahari kemungkinan menjadi penyebab kadar air terlalu kecil.

2. Keausan

Berdasarkan hasil percobaan uji keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles diperoleh nilai abrasi 29% sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat memenuhi syarat spesifikasi umum Bidang jalan dan Jembatan, Litbang Trans PU, April 2002 sivisi 6.3 yaitu nilai abrasi agregat kasar maksimum 40%

3. Berat Isi

Berat volume agregat kasar sebesar 2,66 gr/cm³, maka disimpulkan bahwa tidak masuk dalam memenuhi syarat berat volume agregat kasar yaitu 1,4 gr/cm³ sampai dengan 1,9 gr/cm³.

4. Berat Jenis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kerikil memiliki berat jenis 2,78 gr/cm³, sehingga disimpulkan bahwa kerikil memenuhi persyaratan berat jenis yaitu 2,58 sampai dengan 2,83 gr/cm³.

5. Kadar Lumpur

SK SNI S-04-1989-F mensyaratkan bahwa kandungan lumpur maksimal pada agregat halus 5%, dan agregat kasar maksimal 1 % sedangkan hasil pengujian menunjukkan kadar lumpur agregat kasar adalah 0,2% sehingga memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur.

6. Analisa saringan

Hasil pengujian saringan diperoleh bahwa agregat kasar/ kerikil berada pada zona 2, sehingga dikategorikan ke dalam klasifikasi agregat berukuran butiran 1mm – 2mm.

III.1.5. Limbah Keramik

a. Berat isi keramik

Tabel 6. Data hasil pemeriksaan berat isi keramik

Pemeriksaan		Agregat Kasar Lepas (kg)
Berat mould	W_1	3.350
Berat mould +benda uji	W_2	7.525
Berat benda uji	$W_3 = W_2 - W_1$	4.175
Berat mould + air	W_4	7.293
Berat air / volume mould	$V = W_4 - W_1$	3.943
Berat isi agregat	$\frac{W_3}{V}$ $\frac{kg}{liter}$	1.057

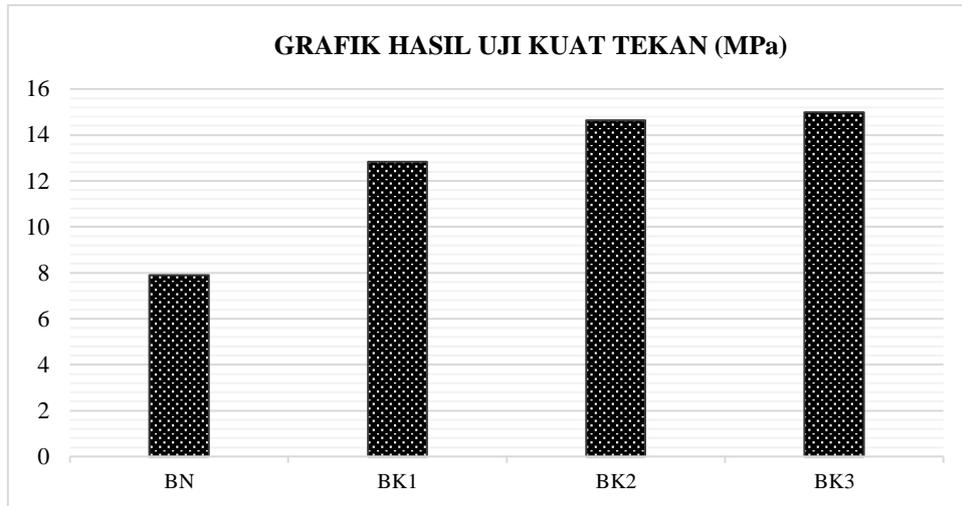
III.2. Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton diperoleh dengan membebani gaya tekan tertentu pada permukaan luas beton sehingga benda uji beton retak atau hancur dengan menggunakan mesin tekan. Hasil pengujian beton normal (BN) dan beton dengan limbah keramik (BK) disajikan dalam tabel 6 di bawah ini.

Tabel 7. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Benda Uji	No Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata- Rata (MPa)
1		1	7,87	
2	BN	2	8,12	7,89
3		3	7,70	
4		1	14,02	
5	BK1	2	11,50	12,83
6		3	12,97	
7		1	12,45	
8	BK 2	2	16,64	14,64
9		3	14,83	
10		1	13,88	
11	BK 3	2	14,95	14,99
12		3	16,14	

Keterangan: BN= Beton Normal, BK1= Beton dengan Limbah Keramik 20%, BK2 = Beton dengan Limbah Keramik 40%, BK3= Beton dengan Limbah Keramik 60%.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan (MPa)

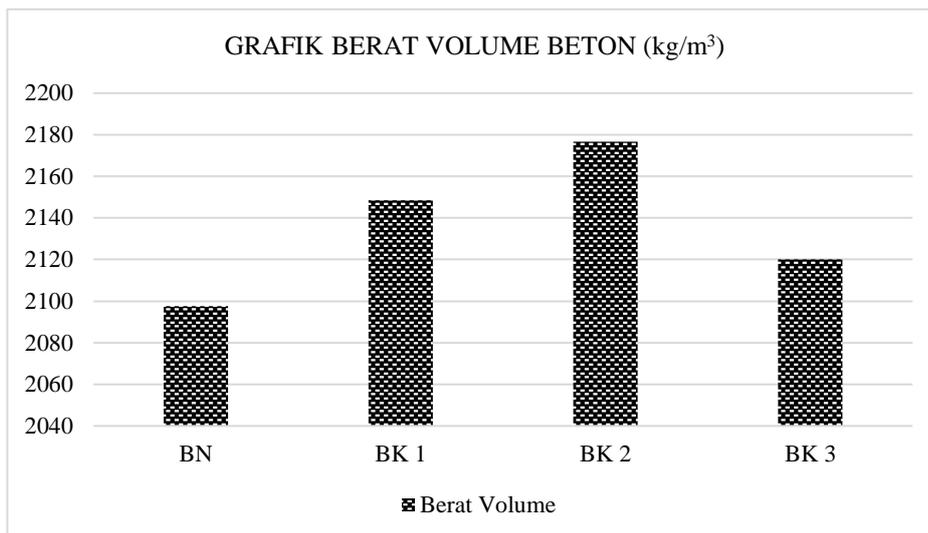
Berdasarkan gambar 7 diatas bisa disimpulkan bahwa penggunaan limbah keramik sebagai substitusi sebagian kerikil bisa meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan optimum dicapai pada komposisi 60% dengan kuat tekan 14,99 MPa, mengalami kenaikan sebesar 89% dari kuat tekan beton normal.

III.3. Berat Volume Beton

Nilai berat volume benda uji didapatkan dari menghitung volume benda uji terlebih dahulu misalnya diambil contoh tabel 8 di BN 1 yaitu memasukkan rumus luas bidang dikalikan dengan tinggi maka akan diperoleh volume. Setelah diketahui volume kemudian dikalikan dengan berat benda uji sehingga diperoleh nilai berat volume benda uji.

Tabel 8. Rekapitulasi Pengujian Berat Volume Beton

Benda Uji	No Benda Uji	Luas bidang (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)	Berat benda uji (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rata- rata
BN	1	0.018506	0.3	0.005552	11.50	2071.40	2097.486
	2	0.018003	0.3	0.005401	11.62	2151.49	
	3	0.018458	0.3	0.005537	11.46	2069.56	
BK 1	1	0.018098	0.3	0.005429	11.62	2140.19	2148.546
	2	0.018265	0.3	0.00548	11.74	2142.53	
	3	0.017908	0.3	0.005372	11.62	2162.90	
BK 2	1	0.018194	0.3	0.005458	11.74	2150.89	2176.582
	2	0.017979	0.3	0.005394	11.80	2187.73	
	3	0.01786	0.3	0.005358	11.74	2191.11	
BK 3	1	0.018433	0.3	0.00553	11.74	2123.00	2120.203
	2	0.018218	0.3	0.005465	11.28	2063.89	
	3	0.018003	0.3	0.005401	11.74	2173.71	



Gambar 8. Grafik Berat Volume Rata-rata Beton

Berdasarkan grafik 8 di atas bisa disimpulkan bahwa penggunaan limbah keramik meningkatkan berat volume dari beton dibandingkan beton normal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan berat volume beton dengan limbah keramik mengalami peningkatan. Kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 89,9 % pada komposisi 60% keramik. Sedangkan berat volume mengalami peningkatan 1,08% dari berat volume beton normal. Maka disimpulkan bahwa limbah keramik bisa dimanfaatkan untuk menggantikan agregat kasar alami dalam meningkatkan kekuatan cukup signifikan meskipun berat volume mengalami kenaikan namun tidak terlalu besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Politeknik TEDC khususnya Program Studi Konstruksi yang telah memfasilitasi terselesainya penelitian ini

REFERENSI

- [1] Badan Standar Nasional Indonesia. SNI 2874:2013. Persyaratan beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- [2] Wisama F., Elisabeth F., Fahroni I.2019. Pemanfaatan Limbah Konstruksi menjadi Villa Serbaguna dengan Pendekatan Green Design, Jurnal Desain Interior, vol. 4 no. 2, pp. 101-108, 2019, DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j12345678.v4i2.6181>
- [3] Suwarno and F. Nursandah, "Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Korol Pada Campuran Beton Mutu Tinggi," J. CIVILLA, vol. 4, no. 2, pp. 256–261, 2019. <https://doi.org/10.30736/cvl.v4i2.373>
- [4] Hidayawanti R., Widjoyo I., Febriany H., Nurbaety S., Komparasi Abu Batu Sebagai Substitusi Pasir Untuk Mengurangi Harga Pokok Produksi Dalam Pembuatan Beton, Jurnal Forum Mekanika Vol. 11, No. 1, Mei 2022
- [5] Revisdah, Utari R., Pemanfaatn Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton, jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek

- [6] Hakim L. , Roestaman , Permana S., Pengaruh Pemakaian Agregat Kasar Ex Pecahan Keramik Terhadap Mutu Beton, Jurnal Konstruksi, Vol 19 no 1, Desember 2021. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.898>
- [7] Karimah. R., Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Terhadap Berat Jenis Dan Kuat Tekan Pada Beton Ringan Ramah Lingkungan, Prosiding Sentra, no 3 , 2017. <https://doi.org/10.22219/sentra.v0i3.1434>
- [8] Sugiyono. (2010). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND. Alfabeta, Bandung
- [9] Badan Standar Nasional Indonesia SNI 03-6861. 1-2002. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)