



Pengaruh Pemakaian Agregat Kasar Ex Pecahan Keramik Terhadap Mutu Beton

Moch Lukman Nul Hakim¹, Roestaman², Sulwan Permana³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut, 44151 Indonesia
Email: jurnal@itg.ac.id

¹1611020@itg.ac.id

²roestaman @itg.ac.id

³sulwanpermana@itg.ac.id

Abstrak – Pembangunan infrastruktur saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, dari setiap pembangunan tentunya tidak terlepas akan konstruksi beton. Pada umumnya bahan pembuatan beton terdiri dari air, semen, dan agregat, akan tetapi jika bahan baku tersebut terus menerus diambil dari alam ketersediaannya akan menurun dan berdampak negatif bagi lingkungan. Maka dari itu harus ada bahan lain untuk mengurangi bahan baku utama pada campuran beton, untuk mengatasi hal tersebut bisa dicoba menggunakan limbah keramik sebagai campuran untuk menggantikan sebagian dari agregat kasar normal. Penelitian ini bertujuan mencari tau pengaruh limbah ex pecahan keramik terhadap sifat-sifat beton, selain itu juga apakah limbah keramik layak digunakan sebagai campuran beton struktur. Campuran beton ini dibuat berdasarkan peraturan SNI 7656-2012. Pada penelitian ini limbah ex pecahan keramik digunakan sebagai bahan substitusi dari agregat kasar normal dengan persentase limbah keramik 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, untuk mutu rencana beton yaitu F'c 20 MPa, dengan bentuk benda uji silinder berukuran 150 × 300 mm. Dari hasil penelitian dihasilkan nilai beton normal yaitu 10,895 MPa, sementara untuk nilai beton campuran limbah keramik 5% adalah 10,489 MPa, nilai tersebut menurun sebesar 3,7%. Dan untuk nilai beton campuran limbah keramik 10%, 15% dan 20% adalah 10,137 MPa, 9,371 MPa, dan 9,352 MPa, nilai tersebut kekuatannya menurun sebesar 7%, 10,7% dan 14,2% dari beton normal. Limbah keramik tidak cocok dijadikan sebagai bahan pengganti dari agregat kasar normal dan juga tidak cocok digunakan sebagai bahan campuran untuk beton struktur, dikarenakan bentuk dari limbah keramik yang pipih dan juga sifat dari limbah keramik ini sangatlah rapuh, dan permukaannya yang licin membuat daya ikat limbah keramik dengan adukan beton kurang kuat.

Kata Kunci - Kontruksi Beton; Kuat Tekan; Limbah Keramik.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur saat ini berkembang pesat, khususnya dalam bidang keteknik sipil. Secara umum, sebagian besar prasarana yang ada menggunakan konstruksi beton, misalnya untuk pembuatan bangunan bertingkat seperti halnya gedung, jalan, jembatan, bendungan dan lain sebagainya. Pembangunan infrastruktur yang berkembang pesat inilah yang menjadi salah satu penyebab tingginya kebutuhan akan beton. Beton pada sebuah bangunan ini memiliki peranan yang sangat penting, umumnya bahan campuran beton adalah air, semen, dan agregat, agregat pada beton ini menempati posisi sebanyak 60 – 70 % dari total volume beton [1]. Jika diambil berlebihan bahan baku untuk pembuatan beton tentunya bisa terjadi penurunan sangat signifikan, dan nantinya hal ini akan berdampak negatif bagi lingkungan. Maka dari itulah harus ada bahan

yang bisa menggantikan sebagian dari agregat [2]. Pada pekerjaan konstruksi tentunya ada saja potongan keramik yang tidak dibutuhkan lagi, hal itu jika dibiarkan begitu saja akan menjadi limbah bagi lingkungan. Banyak berbagai limbah dari alam ataupun limbah hasil perindustrian yang bisa dimanfaatkan sebagai campuran beton sebagai pengganti sebagian dari agregat, salah satu contohnya adalah limbah keramik. Keramik termasuk kategori limbah padat namun hampir memiliki kesamaan karakteristik dari material sisa ini dengan agregat kasar yang umum digunakan pada beton, adapun kesamaan karakteristik tersebut terlihat dari besaran berat jenisnya dan juga gradasinya [3]. Dalam hal pemakaian bahan pembuatan beton, limbah ex pecahan keramik digunakan untuk substitusi dari agregat kasar untuk campuran beton di Indonesia masih belum maksimal, akan tetapi pada zaman sekarang ini sudah mulai digunakan antara lain untuk pengurugan atau bisa digunakan sebagai lapisan pondasi pada jalan dan lain sebagainya [4]. Dalam konteks inilah penulis tertarik untuk melakukan penelitian pengaruh dari penggunaan limbah keramik sebagai campuran sebagian pada agregat kasar pembuatan beton, dengan tujuan untuk mengurangi jumlah limbah keramik pada sisa pembangunan dan juga apakah pengaruh dari limbah keramik terhadap kekuatan beton. Namun tetap memperhatikan kekuatan, nilai ekonomis, dan durabilitas bahan dari beton tersebut, adapun untuk penggunaan limbah keramik pada penelitian ini didapat dari gudang penyimpanan bahan bangunan, keramik ini tidak dijual karena kondisinya sudah tidak layak, mutu beton yang direncanakan pada penelitian ini adalah $f_c' 20$ Mpa [5]. Nantinya akan ditemukan pengaruh keramik sebagai bahan pada pembuatan beton yang dihasilkan. Proses dalam penelitian ini akan di uji laboratorium, diharapkan akan mendapatkan mutu beton yang optimal dan bisa digunakan sebagai alternatif untuk pekerjaan beton lainnya [6].

B. Rumusan Masalah

Untuk rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana sifat-sifat beton menggunakan limbah keramik sebagai bahan substitusi sebagian agregat kasar normal dengan presentase 5%, 10%, 15%, 20% dibandingkan dengan sifat-sifat beton mutu $f_c' 20$ MPa dengan 100% agregat kasar normal;
- 2) Bagaimana kelayakan limbah keramik bisa digunakan sebagai bahan campuran beton struktur.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan limbah keramik terhadap sifat-sifat beton.
- 2) Mengetahui sejauh mana limbah keramik layak dimanfaatkan sebagai bahan substitusi agregat kasar untuk campuran beton struktur.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Deskripsi Beton

Beton merupakan komponen atau ikatan material dari campuran air, semen, dan agregat. Untuk menghasilkan atau membentuk beton yang sesuai rencana, diperlukan suatu campuran untuk menentukan dari masing-masing bahan yang dibutuhkan. Sifat atau karakteristik pada beton ini adalah kuat terhadap tekannya akan tetapi lemah terhadap tarik.

B. Limbah Keramik

Keramik merupakan tanah liat yang dicampurkan dengan bahan lainnya dengan melalui proses pembakaran pada suhu tertentu. Limbah ex pecahan keramik ini belum banyak dimanfaatkan maksimal, hanya biasanya digunakan sebagai urugan saja. Maka dari itu limbah keramik digunakan sebagai bahan campuran sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton dalam penelitian ini [7].

C. Kuat Tekan Beton

Beton mempunyai sifat terhadap kuat tekan, batas maksimumnya terjadi setelah mencapai umur 28 hari [8]. Ada beberapa hal diantaranya yang dapat mempengaruhi kuat tekan pada beton diantaranya adalah sebagai berikut.

1) Faktor Air Semen

Semakin tinggi faktor air semen maka semakin rendah kekuatan beton yang dihasilkan, demikian sebaliknya jika faktor air semen rendah maka kekuatan beton yang dihasilkan akan lebih tinggi.

2) Umur Beton

Umur beton sangat berpengaruh terhadap kekuatannya, kekuatan beton ini akan semakin meningkat dari mulai beton tersebut di buka dari cetakan setelah 24 jam. Akan tetapi kekuatan beton akan berhenti setelah mencapai batas maksimumnya, batas maksimum kekuatan beton ini terjadi pada umur 28 hari.

Untuk kuat tekan beton ini dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

Kuat Tekan Beton

$$F'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

F'c = Kuat tekan (N/mm²).

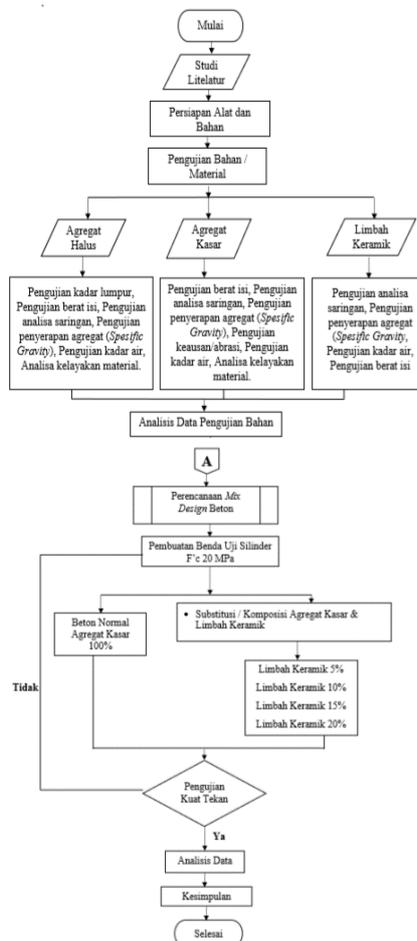
P = Gaya tekan (N).

A = Luas penampang (mm²).

D. Metode Penelitian

1) Bagan Alir Penelitian

Untuk bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

- 2) Lokasi Penelitian
Untuk penelitian pembuatan beton ini dilaksanakan di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Garut Program Studi Teknik Sipil.
- 3) Metode Pengumpulan Data
Penelitian ini melakukan metode studi literatur dan pengujian laboratorium, berikut merupakan penjelasannya.
 - a. Studi Literatur
Metode ini digunakan dengan tujuan mempelajari teori-teori yang telah ada baik itu dari literatur buku, jurnal penelitian ataupun lain sebagainya, sehingga penulis mempunyai gambaran untuk membuat penelitian ini.
 - b. Pengujian Laboratorium
Pengujian laboratorium juga merupakan salah satu metode dalam penelitian ini, pengujian laboratorium ini tujuannya adalah untuk mengetahui hasil dari pengujian yang dilakukan, dan juga memperoleh hasil data-data dari pengujian tersebut.
- 4) Tahapan Penelitian
Tahapan penelitian ini menjelaskan bagaimana pembuatan beton dari mulai tahapan persiapan sampai selesainya pembuatan beton. Untuk langkah-langkah pada tahapan penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut ini.
 - a. Persiapan alat dan bahan penelitian;
 - b. Melakukan pemeriksaan bahan campuran beton;
 - c. Perencanaan campuran beton $f'c$ 20 Mpa;
 - d. Pengujian *slump*;
 - e. Berat isi beton segar;
 - f. Perawatan beton;
 - g. *Pengcappingan* beton;
 - h. Kuat tekan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Bahan Campuran Beton

Pengujian bahan untuk campuran pembuatan beton meliputi pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, pengujian limbah keramik dan pengujian berat jenis semen. Sementara itu dalam penelitian ada beberapa data yang didapat dari pihak luar yaitu Laboratorium Dinas PUPR Kabupaten Garut, dan sedangkan untuk data hasil pengujian berat jenis semen diperoleh dari Laboratorium Rekayasa Beton Politeknik Negeri Bandung, hanya pengujian agregat kasar limbah keramik saja yang melakukan pengujian sendiri. Pengujian bahan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah bahan yang digunakan tersebut layak atau tidak untuk dijadikan bahan campuran pembuatan beton. Pengujian bahan ini sesuai dengan SNI [9], dan untuk hasil pengujian bahan beton bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton [10]

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Limbah Keramik	Sfsifikasi	Keterangan
1	Berat Jenis				ASTM (1,6 s/d 3,3)	Memenuhi
	Bj. Curah (bulk)	2,71	2,45	2,06		
	Bj. SSD	2,84	2,55	2,23		
	Bj. Apparent	3,10	2,71	2,47		

No	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Limbah Keramik	Sfsifikasi	Keterangan
2	Berat Isi Gembur Padat	1,302 kg/lt 1,592 kg/lt	1,288 kg/lt 1,481 kg/lt	1,1043 kg/lt 1,3195 kg/lt	SNI No. 52-1980 (Min 1,2 kg/lt)	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	2,61%	-	-	SK SNI S-04-1989 F (<5%)	Memenuhi
4	Penyerapan Air	4,60%	3,92%	7,87%	SNI 03-1970:2008 (Max 3%)	Tidak
5	Modulus Kehalusan	3,39	-	-	SK SNI S-04-1989 F (1-3,8)	Memenuhi
6	Keausan	-	31,60%	-	ASTM C-33 (< 50%)	Memenuhi

Dapat disimpulkan dari data diatas bahwa dari agregat halus, agregat kasar, dan limbah keramik hampir seluruhnya memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku terkecuali untuk jenis pengujian penyerapan air tidak memenuhi, karena nilainya melebihi batas yang disyaratkan.

B. Perhitungan *Mix Design*

Perhitungan rancangan campuran beton pada penelitian ini mengacu kepada SNI 7656-2012[11], setelah melakukan perhitungan *mix design* bahwa bahan yang dibutuhkan untuk campuran beton per 3 sampel sebagai berikut.

Tabel 2: Proporsi Bahan Per 3 Sampel

Jenis Campuran	Agregat Kasar (kg)	Limbah Keramik (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Semen (kg)
Campuran dasar (BN)	16,41	-	13,02	3,70	4,44
Campuran 1 (LK-5%)	15,59	0,81	12,85	3,73	4,44
Campuran 2 (LK-10%)	14,03	2,36	12,52	3,80	4,44
Campuran 3 (LK-15%)	11,93	4,44	12,07	3,89	4,44
Campuran 4 (LK-20%)	9,54	6,80	11,57	3,99	4,44
Jumlah	67,50	14,41	62,02	19,11	22,21

C. Pengujian *Slump*

Pemeriksaan terhadap nilai *slump* ini dilakukan setelah campuran pada beton segar terlihat homogen dan tercampur rata. Tujuan dilakukannya pemeriksaan nilai *slump* adalah untuk mengukur tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai *workability* tinggi)[12]. Untuk hasil dari pengujian *slump* pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3: Nilai *Slump Test*

Variasi Campuran	Nilai <i>Slump</i> (mm)	Penambahan Air (gram)	Keterangan
Campuran dasar (BN)	75	200	Memenuhi
Campuran 1 (LK-5%)	75	220	Memenuhi
Campuran 2 (LK-10%)	95	260	Memenuhi
Campuran 3 (LK-15%)	75	240	Memenuhi
Campuran 4 (LK-20%)	75	260	Memenuhi

Dari hasil pengujian *slump* pada tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai *slump* pada beton normal, beton campuran limbah keramik 5%, beton campuran limbah keramik 15%, dan beton campuran limbah keramik 20% diperoleh nilai sebesar 75 mm, sedangkan untuk beton dengan campuran limbah keramik 10% diperoleh nilai *slump* sebesar 95 mm. Dari semua hasil pengujian *slump* pada tiap campuran beton dapat diambil kesimpulan bahwa nilai *slump* tersebut masuk kedalam perencanaan *slump* yaitu 75 - 100 mm.

D. Pengujian Bobot Isi Beton Segar

Untuk perhitungan bobot isi dari beton segar ini mengacu kepada SNI 1973:2008. Berikut ini merupakan hasil bobot isi dari beton segar.

Tabel 4: Berat Isi Beton Segar

Nama Benda Uji	Berat Wadah Mm (kg)	Berat Wadah Berisi Beton Mc (kg)	Volume Wadah Vm (m ³)	Berat Isi D (kg/m ³)
BN	11,16	23,28	0,0053	2286,79
	11,25	23,42	0,0053	2296,23
	11,14	22,98	0,0053	2233,96
LK-5%	11,14	23,1	0,0053	2256,60
	10,9	22,78	0,0053	2241,51
	11,44	23,28	0,0053	2233,96
	10,54	22,42	0,0053	2241,51
LK-10%	11,08	22,96	0,0053	2241,51
	11,4	23,2	0,0053	2226,42
LK-15%	10,72	22,38	0,0053	2200
	10,6	22,52	0,0053	2249,06
	11,26	23,14	0,0053	2241,51
LK-20%	11,1	22,88	0,0053	2222,64
	11,18	22,82	0,0053	2196,23
	10,96	22,7	0,0053	2215,09

Dari hasil pengujian bobot isi beton segar pada Tabel 4 diatas, diperoleh nilai bobot isi yang paling besar pada campuran beton normal sampel ke 2 yaitu sebesar 2296,23 kg/m³, nilai ini memenuhi berat isi rencana yaitu 2285 kg/m³. Sementara untuk nilai bobot isi yang paling terkecil ada pada campuran limbah keramik 20% pada sampel ke 2 yaitu sebesar 2196,23 kg/m³, selisih antara nilai bobot isi terkecil dengan bobot isi rencana sebesar 3,8 %. Sedangkan untuk bobot isi pada campuran limbah keramik 15% yang ada pada sampel ke 1 adalah 2200 kg/m³, nilai bobot isi ini mempunyai persentase selisih dengan bobot isi rencana sebesar 3,7%.

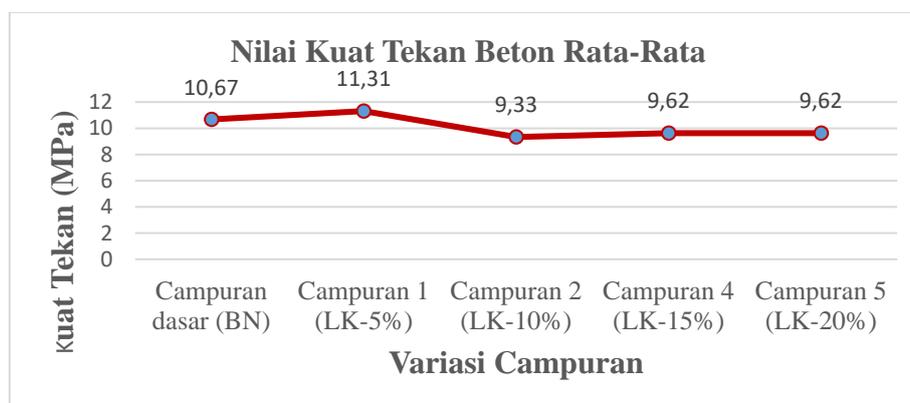
E. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian beton dilakukan setelah mencapai umur 14 hari. rata-rata nilai beton normal diperoleh 10,67 MPa, nilai tersebut merupakan hasil dari evaluasi 8 orang yang melakukan penelitian, kemudian nilai kuat tekan tersebut digabungkan dan dirata-ratakan. Untuk rencana kuat tekan yang ditargetkan di laboratorium dalam penelitian ini sebesar 22,624 MPa pada umur 28 hari, akantetapi setelah melihat hasil dari kuat tekan beton normal dari penjelasan sebelumnya mengindikasikan target kuat tekan pada umur 28 hari tidak tercapai. Sementara itu hasil yang didapat pada beton dengan menggunakan campuran limbah keramik dengan melakukan pembatasan nilai $\pm 5\%$.

Tabel 6: Rata-Rata Nilai Hasil Pengujian Kuat tekan Beton

Nama Benda Uji	Umur Benda Uji (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Nilai Rata-Rata (MPa)
Limbah Keramik-5%	14	11,03	11,31
		11,03	
		11,88	
Limbah Keramik-10%	14	10,75	9,33
		9,33	
		7,92	
Limbah Keramik-15%	14	9,05	9,62
		9,62	
		10,47	
Limbah Keramik-20%	14	8,77	9,62
		9,62	
		9,62	

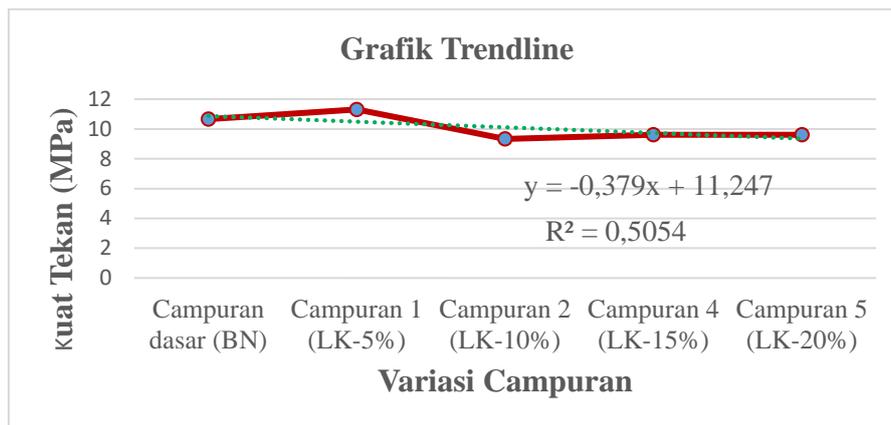
Dapat disimpulkan dari Tabel 6 bahwa beton normal dan beton dengan campuran limbah keramik terjadi kenaikan dan penurunan, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Nilai Kuat Tekan Beton Rata-Rata

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. Sementara itu untuk hasil kuat tekan pada beton dengan campuran limbah keramik 10% adalah 9,33 MPa, sedangkan untuk beton campuran limbah keramik 15%, dan 20% hasil kuat tekannya sama yaitu 9,62 MPa. Untuk beton persentase keramik sebanyak 10%, 15% dan 20% nilai kuat tekannya masih dibawah nilai dari beton normal, dan beton dengan campuran limbah keramik 5%.

Dengan hasil data yang ditunjukkan oleh Gambar 2 yang kondisi nilai kuat tekannya naik turun tentunya harus dibuat grafik *trendline* untuk dianalisis supaya dapat mengetahui pengaruh dari capuran limbah keramik sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar normal itu apakah terjadi kenaikan atau penurunan. Untuk analisis nilai rata-rata menggunakan *trendline* adalah sebagaimana tampak pada Gambar 3.



Gambar 3: Grafik *Trendline*

Dari hasil grafik *trendline* pada Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton dengan campuran limbah keramik sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar normal mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase campuran limbah keramik. Tidak hanya itu saja dari grafik *trendline* diatas diperoleh nilai persamaan regresi yaitu $y = -0,379 \times 11,247$. Setelah itu nilai kuat tekan beton kemudian dihitung berdasarkan nilai persamaan regresi yang diperoleh dari grafik *trendline* pada Gambar 3, untuk hasil perhitungannya adalah sebagaimana tampak pada Tabel 7.

Tabel 7: Kuat Tekan Berdasarkan Persamaan

Variasi Campuran	Persamaan $y = -0,379x + 11,247$ (MPa)
Campuran dasar (BN)	10,895
Campuran 1 (LK-5%)	10,489
Campuran 2 (LK-10%)	10,137
Campuran 3 (LK-15%)	9,731
Campuran 4 (LK-20%)	9,352

Setelah melakukan perhitungan nilai kuat tekan beton berdasarkan persamaan diperoleh hasil kuat tekan beton normal r 10,895 MPa, sedangkan untuk nilai kuat tekan pada beton dengan campuran limbah keramik 5% adalah 10,489 MPa, nilai tersebut turun sebesar 3,7% terhadap nilai kuat tekan beton normal. Untuk nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah keramik 10% adalah 10,137 MPa, nilai tersebut menurun sebesar 7%. Sementara itu nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah keramik 15% diperoleh nilai sebesar 9,731 MPa, nilai ini turun 10,7% terhadap nilai kuat tekan beton normal. Sedangkan pada nilai kuat tekan beton dengan campuran limbah keramik 20% adalah 9,352 MPa, nilai ini turun 14,2% terhadap nilai kuat tekan beton normal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

- 1) Untuk beton normal, dan beton dengan campuran limbah keramik 5%, 15%, 20% angka *slump* yang diperoleh adalah 75 mm, sementara itu untuk beton dengan campuran limbah keramik 10% didapat angka *slump* 95 mm. Dari semua nilai *slump* yang didapat memenuhi *slump* rencana 75 - 100 mm;
- 2) Dari hasil pengujian berat isi beton segar diperoleh nilai bobot isi rata-rata yang paling besar 2296,23 kg/m³, sementara untuk nilai berat isi rata-rata yang paling kecil adalah 2196,23 kg/m³. Selisih antara nilai berat isi tersebut terhadap nilai berat isi rencana 2285 kg/m³ kurang dari 5%;

- 3) Setelah melakukan pengujian didapat nilai kuat tekan beton normal dengan umur 14 hari yaitu 10,67 MPa. Karena target rencana dilaboratorium dengan umur beton 28 hari adalah 22,624 MPa, jika angka konversi kekuatan beton umur 14 hari terhadap umur 28 hari adalah 0,80 maka capaian nilai 10,67 MPa pada beton normal dengan umur benda uji 14 hari tersebut memberi indikasi target kekuatan 28 hari tidak akan tercapai yang dimungkinkan oleh beberapa faktor seperti proses pengerjaan di lapangan pada saat pembuatan sampel uji beton kurang baik;
- 4) Berdasarkan hasil evaluasi data nilai kuat tekan beton dengan menggunakan grafik *trendline*, mengganti sebagian agregat kasar normal dengan menggunakan agregat kasar limbah keramik, dengan nilai *slump* sesuai rencana mengakibatkan terjadinya penurunan terhadap nilai kuat tekan beton. Untuk beton dengan penambahan 5% limbah keramik terjadi penurunan kekuatan sebesar 3,7%, dan untuk beton dengan penambahan limbah keramik sebanyak 10% terjadi penurunan kekuatan sebesar 7%, sementara itu untuk beton dengan penambahan limbah keramik sebanyak 15% terjadi penurunan kekuatan sebesar 10,7%, sedangkan untuk beton dengan penambahan limbah keramik sebanyak 20% terjadi penurunan kekuatan sebesar 14,2%;
- 5) Limbah keramik tidak cocok dijadikan sebagai bahan pengganti dari agregat kasar normal (Batu Pecah) dan juga tidak cocok digunakan sebagai bahan campuran untuk beton struktur, dikarenakan bentuk dari limbah keramik yang pipih dan juga sifat dari limbah keramik ini sangatlah rapuh, dan permukaannya yang licin membuat daya ikat limbah keramik dengan adukan beton kurang kuat.

B. Saran

Dari hasil penelitian ini penulis menyadari kemungkinan masih adanya kekurangan, maka dari itu saran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk pembuatan sampel uji beton, tentunya harus memperhatikan prosedur pengerjaannya, hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan pada saat pembuatan benda uji yang dapat berakibat pada hasil kuat tekan beton nantinya;
- 2) Dalam melakukan penelitian mengenai pembuatan beton sebaiknya untuk data bahan-bahan campuran beton dilakukan pengujian atau pemeriksaan bahan sendiri, tidak bersumber dari pihak luar;
- 3) Untuk penelitian lebih lanjut pada pemanfaatan limbah ex pecahan keramik sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar normal, untuk menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi dan juga untuk mempermudah dalam proses pengerjaan bisa digunakan campuran beton dengan faktor air-semen yang rendah dan bisa juga dengan menambahkan bahan tambah tipe *plasticiser*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 1970-2008 Tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2008.
- [2] B. Nugraha and P. Saelan, “Studi Mengenai Pengaruh Gradasi Agregat Kasar terhadap Kebutuhan Air untuk Mencapai Suatu Kelecekan Campuran Beton pada Cara SNI. (Hal. 73-82),” *RekaRacana J. Tek. Sipil*, 2019, doi: 10.26760/rekaracana.v5i2.73.
- [3] Suwarno and F. Nursandah, “Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Koral Pada Campuran Beton Mutu Tinggi,” *J. CIVILLA*, vol. 4, no. 2, pp. 256–261, 2019.
- [4] R. Karimah, “Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan pada Beton Ringan Ramah Lingkungan,” *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa*, pp. 1–6, 2017.
- [5] P. P. Prasanti and P. Saelan, “Tinjauan Kembali Mengenai Batasan Gradasi Agregat Kasar dalam Campuran Beton. (Hal. 118-125),” *RekaRacana J. Tek. Sipil*, 2019, doi: 10.26760/rekaracana.v5i3.118.
- [6] H. Kasyanto and A. Susanto, “Studi Eksperimen Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Substitusi Parsial Agregat Alwa Cilacap terhadap Agregat Kasar,” *Potensi J. Sipil Politek.*, 2020, doi: 10.35313/potensi.v22i2.1927.
- [7] R. Utari, “Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton,” pp. 1–10, 2018.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 03-1968-1990 Tentang Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 1990.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 03-4804 Tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara

- dalam Agregat.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 1998.
- [10] Dinas PUPR Kabupaten Garut, “Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton,” Garut, 2019.
 - [11] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 7656: 2012 Tentang Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa dengan Standar.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2012.
 - [12] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 1972-2008 Tentang Cara Uji Slump Beton.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2008.