

Analisis Penggunaan Serbuk Kaca Dan Pecahan Keramik Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Maraya Danusaputra, Arman Setiawan, Ahmad Yauri Yunus

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : marayadanusaputra12@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 02-09-2023

Direvisi: 05-01-2024

Disetujui: 30-01-2024

Abstract. *In the current technological era, concrete is one of the most widely used building materials in the world, including in Indonesia, therefore good quality concrete will greatly support structural safety. Indonesia is also a developing country that has quite advanced industrial prospects. Glass waste and ceramic waste are increasing in volume every day because many human activities produce glass and ceramics. Most of the glass and ceramic waste is directly disposed of in open areas. This of course will pollute the environment, considering that glass and ceramics are non-recyclable materials, naturally repeated by nature. This study aims to reduce the impact caused by waste glass and ceramic shards that are disposed of directly into nature. By using word powder as a partial replacement for fine aggregate (sand) at a constant 10%, and using ceramic shards as a partial replacement for coarse aggregate at 30%, 40%, and 50%, the compressive strength results are 21.02 MPa, 21.31 MPa, and 26.21 MPa. And the resulting flexural strength is 3.87 MPa, 3.87 MPa, and 3.60 MPa.*

Abstrak. Pada era tekonologi sekarang ini, beton adalah sebagai salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan didunia termasuk di Indonesia, maka dari itu kualitas beton yang baik akan sangat mendukung keamanan dari segi struktur. Indonesia juga merupakan negara berkembang yang memiliki prospek industri yang cukup maju. Limbah kaca dan limbah keramik setiap hari semakin meningkat volumenya karena banyak kegiatan manusia yang menghasilkan kaca dan keramik, sebagian besar limbah kaca dan limbah keramik langsung dibuang ke lahan terbuka, hal ini tentu saja akan mencemari lingkungan mengingat kaca dan keramik merupakan material yang tidak dapat didaur ulang secara alami oleh alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengungari dampak yang di timbulkan lmbah kaca dan pecahan keramik yang di buang langsung ke alam. Dengan menggunakan serbuk kata sebagai pengganti sebagian agregat halus (pasir) konstan 10%, dan penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar 30%, 40%, dan 50% didapat hasil kuat tekan sebesar 21,02 MPa, 21,31 MPa, dan 26,21 MPa. Dan kuat lentur yang di hasilkan sebesar 3,87 MPa, 3,87 MPa, dan 3.60 MPa.

Keywords:

Glass Powder; Ceramic

Shards; Compressive Strength;

Flexural Strength of Concrete

Corresponden author:

Email: marayadanusaputra12@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam kehidupan manusia setiap tahun selalu meningkat. Perkembangan ini memberikan dampak positif dan negatif terhadap kehidupan sehari-hari. Dampak negatif yang paling utama adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan manusia, limbah ini sebagian besar langsung dibuang ke alam tanpa dilakukan pengolahan. Limbah kaca merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari kehidupan masyarakat terutama dikota-kota besar, limbah kaca setiap hari semakin meningkat volumenya karena banyak kegiatan manusia yang menghasilkan kaca, sebagian besar limbah kaca langsung dibuang ke lahan terbuka, hal ini tentu saja akan mencemari lingkungan mengingat kaca merupakan material yang tidak dapat didaur ualng secara alami oleh alam.

Oleh karena itu harus dilakukan suatu inovasi untuk mengurangi limbah kaca, salah satunya dengan memanfaatkan limbah kaca yang ada sebagai salah satu material campuran beton. Dalam hal ini kaca akan dijadikan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton. Dengan menggunakan kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus diharapkan dapat menjadi material alternatif campuran beton dan diharapkan akan mengurangi limbah kaca yang dapat merusak lingkungan.

Selain itu, dalam setiap proses produksi atau proses pekerjaan konstruksi, selalu dijumpai hasil produk atau sisa bahan bangunan yang tidak digunakan lagi dan dibuang sebagai limbah. Jika limbah ini dibuang secara sembarangan tentunya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Maka perlu upaya untuk memanfaatkan limbah yang ada sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Limbah keramik adalah

salah satu contoh limbah yang dihasilkan dari pabrik keramik atau hasil pekerjaan renovasi bangunan. Keramik terbuat dari tanah liat atau lempung yang mengalami proses pengerasan dengan pembakaran pada temperatur tinggi. Khoirul Sodik (2009) menggunakan limbah pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton. Dalam penelitian ini, limbah pecahan lantai keramik akan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton.

Penelitian bertujuan untuk memanfaatkan serbuk kaca dan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan agregat halus. Dari penjelasan singkat diatas dapat disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan serbuk kaca dan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan dan agregat halus diharapkan dapat menjadi alternatif campuran beton dan diharapkan akan mengurangi limbah kaca dan pecahan keramik yang dapat merusak lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental murni yang dilakukan di laboratorium untuk memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penggantian sebagian agregat kasar dengan pecahan keramik dan penambahan serbuk kaca tambah terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Adapun ruang lingkup penelitian ini meliputi:

- a) Melakukan pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus
- b) Melakukan perancangan campuran (mix desain) beton normal f'c 25 Mpa
- c) Pembuatan, perawatan sampel beton normal
- d) Pengujian kuat tekan beton normal
- e) Pengujian kuat lentur beton normal
- f) Pembuatan, perawatan sampel beton variasi yang menggunakan pecahan keramik dan serbuk kaca
- g) Pengujian kuat tekan beton variasi.
- h) Pengujian kuat lentur beton variasi.

Benda uji yang akan dibuat yaitu berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dan balok dengan ukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 60 cm. Dengan pecahan keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 30%, 40%, 50%, dan serbuk kaca pengganti sebagian agregat halus sebesar 10%.

Tabel 1. Notasi dan Jumlah Benda Uji kuat tekan

Notasi Sampel	Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus	Air	Serbuk Kaca	Pecahan Keramik
Beton Normal	A	B	C	D	0	0
SKPK-1	A	70%	90%	D	10%	30%
SKPK-2	A	60%	90%	D	10%	40%
SKPK-3	A	50%	90%	D	10%	50%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2022.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban yang dapat ditahan sampel beton per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika dibebani dengan gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin tekan. (Pane et al., 2015). Kuat tekan beton dirumuskan sebagai:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

F'c = Kuat tekan beton (N/mm²)

P = Beban maksimum

A = Luas penampang

Untuk pengujian kuat lentur dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur Beton dihitung persamaan sebagai berikut :

$$fr = \frac{P.L}{b.h^2}$$

sedangkan Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5 % dari jarak titik antar perletakan maka kuat lentur beton dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$fr = \frac{P.a}{b.h^2}$$

Dimana:

Fr = Kuat lentur benda uji (MPa)

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji kuat lentur Beton (Pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)

L =: Jarak bentang antara dua garis perletakan (cm)

b = Lebar penampang lintang patah arah horizontal (cm)

h = Lebar penampang lintang patah arah vertical (cm)

a = Jarak rata-rata antara penampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (cm).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan campuran (*mix design*) beton dilakukan untuk memperoleh komposisi campuran beton yang ideal sesuai dengan kuat tekan beton yang ingin dicapai. Penentuan komposisi campuran juga tergantung dari hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus yang bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik kedua jenis agregat tersebut. Pengujian karakteristik agregat yang dimaksud meliputi:

- a) Pemeriksaan analisa saringan: Pengujian ini melihat persentase lolos saringan ukuran butir agregat yang telah diayak lalu dilakukan penimbangan untuk diketahui berat butiran tertahan pada masing-masing ukuran saringan.
- b) Pengujian Kadar Lumpur: Bertujuan untuk menentukan jumlah lumpur di dalam agregat. Konsentrasi lumpur yang rendah menunjukkan agregat berkualitas tinggi.
- c) Pengujian Berat Isi Agregat: Merupakan suatu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui density agregat dengan cara membandingkan berat agregat dengan volume dalam sebuah mold .
- d) Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus: Berat jenis jenuh kering permukaan (*SSD specific gravity*) merupakan berat jenis yang mempertimbangkan volume pori yang hanya bisa dimasuki semen dan juga diresapi volume partikel.
- e) Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus: Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kandungan air yang berada dalam suatu agregat. Untuk dapat mengetahui suatu kadar air yaitu dengan cara membandingkan antara berat agregat sebelum dikeringkan dengan agregat setelah dilakukan pengeringan baik di oven ataupun di sangrai dan hasil dari perhitungan di laporkan dengan persen (%). Pengaruh dari kadar air dalam agregat sangat menentukan mutu atau kualitas mortar yang akan dibuat. Maka dari itu dalam melakukan perancangan suatu mutu mortar dibutuhkan adanya faktor koreksi agar mortar tidak mengalami bleeding.

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton atau mortar (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*). Sedangkan bahan tambah *additiv* ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, dan sebagainya.

- a) Pecahan keramik, bahan keramik adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan untuk melapisi lantai atau dinding yang biasanya berbentuk plat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah atau campuran tanah liat dan bahan mentah keramik lainnya. Keramik dibuat dengan di bakar dengan suhu tertentu sehingga mempunyai sifat-sifat fisik khusus. Menurut Frik, Hdan Ch. Koesmartadi (1999) keramik dapat digolongkan menjadi 4, yaitu :
 1. Keramik kasar terbuat dari tanah liat (pasir kuarsa, tanah pekat, silb termasuk abu tertentu) yang dibakar pada suhu 1000°- 1400°C. Jika dibutuhkan glasir maka keramik kasar dilapisi dengan campuran felspar, kuarsa, kaolin, kapurspar dan dolomit yang diaduk dengan air. Pada proses pembakaran glasir ini terjadinya lapisan seperti kaca tipis. Kegunaan keramik kasar berupa: Pipa keramik kasar (sebagai pipa saluran air kotor), Bata klinker (sebagai dinding batu merah yang terbuka terhadap udara), Ubin tanah liat (sebagai ubin lantai yang agak alamiah), Genting tanah liat berglasir (sebagai genting keramik flam atau pres)
 2. Keramik halus terbuat dari tanah liat yang halus sekali dengan campuran jerami yang digiling (tembikar merah) atau dengan tambahan kaolin, kuarsa, felspar, atau bubuk magnesium-silika yang dibakar (pembakaran tunggal) pada suhu 1330°. Kecuali barang tembikar yang berwarna agak merah, maka keramik halus biasanya berwarna putih kekuning-kuningan. Keramik halus umumnya dilapisi glasir (tembikar). Kegunaan keramik halus di dalam pembangunan berupa perlengkapan saniter (wastafel, kloset, urinoir, dan sebagainya)
 3. Keramik pelapis dinding (*fayence*) terbuat dari tanah pekat putih yang halus sekali dan mengandung kaolin, felspar, kuarsa atau bubuk megnesium silikat sehingga warna menjadi putih. Setelah dicetak atau dibentuk keramik *fayence* dikeringkan dan dilapisi glasir (tembikar) yang mengandung banyak timah-oksida dan selama tembikar masih basah dilaksanakan proses pewarnaan. Kemudian dibakar pada suhu 1100°C (pembakaran ganda). Kegunaan keramik *fayence* di dalam pembangunan berupa : tegel dinding dan bahan pecah belah.
 4. Porselen (tembikar putih) terbuat dari 50 % kaolin, 25 % felspar, dan 25 % kuarsa. Sesudah dicetak atau dibentuk porselen dibakar pada suhu 1200° - 1300°C. Setelah dingin di beriglasir halus (tembikar putih) dan dibakar kedua kalinya pada suhu 1380° - 1450°C selama 24 jam

sehingga menjadi lapisan seperti kaca tipis. Warna porselen biasanya putih dan jika perlu pewarnaan dapat dilakukan dengan kobalt-oksida (biru) atau krom-oksida (hijau) sebagai lapisan bawah glasir atau dengan cara memberi motif di atas tembikar putih (pembakaranganda). Kegunaan porselen dalam pembangunan berupa : barang pecah belah. Limbah pecahan keramik adalah sisa atau pecahan keramik dari keramik lantai sebuah bangunan. Dengan menggunakan limbah keramik peneliti bermaksud memberdayakan sumber daya lokal yang berupa pemanfaatan barang-barang rusak yang sudah tidak bisa dipakai sebagaimana mestinya. Salah satu sumber daya lokal di sekitar kita yang dapat dimanfaatkan contohnya pecahan keramik, pecahan keramik yang peneliti manfaatkan adalah pecahan dari keramik ubin/ lantai. Dipilihnya pecahan keramik sebagai penelitian ini dikarenakan banyak masyarakat yang kurang maksimal memanfaatkan pecahan dari bahan keramik. Umumnya barang-barang yang terbuat dari bahan keramik yang sudah pecah atau rusak dibuang begitu saja, namun ada juga yang memanfaatkannya sebagai penghias pot bunga dengan cara di tempel. Biasanya pecahan keramik yang sudah pecah atau rusak dijadikan timbunan seperti sampah, pada penelitian ini pecahan keramik dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar pada pembuatan beton normal.

- b) Serbuk kaca, kaca merupakan salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Dipandang dari segi fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (cooling) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak “sempat” menyusun diri secara teratur. Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida an-organik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya.

Hasil Pengujian Agregat Halus

Dalam Tabel 2 berikut disajikan distribusi agregat berdasarkan hasil analisa saringan agregat halus. Gradasi agregat halus dinyatakan dengan banyaknya persentase agregat yang lolos saringan no. 4 (4.75 mm).

Tabel 2. Distribusi Butiran Agregat Halus (Pasir)

No.	Ukuran Ayakan (Saringan (ASTM E11))	Lolos (%)	Interval
1.	3/8 in (9,5 mm)	100	-
2.	No. 4 (4,75 mm)	100	90-100
3.	No. 8 (2,36 mm)	92,91	80-100
4.	No. 16 (1,18 mm)	74,90	50-85
5.	No. 30 (0,6 mm)	40,92	25-60
6.	No. 50 (0,3 mm)	15,83	5-30
7.	No. 100 (0,15mm)	2,87	0-10
8.	No. 200 (0,075 mm)	0,54	-

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Dalam Tabel 3 ditampilkan hasil pemeriksaan berat jenis dan tingkat penyerapan agregat halus terhadap air.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Halus (Pasir)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Benda Uji		Rata-Rata
		A	B	
Berat jenis dan penyerapan				
1. Bulk	SNI 03-1970-2008	2,37	2,41	2,37
2. SSD		2,40	2,45	2,40
3. Semu		2,44	2,50	2,45
4. Penyerapan		1,28	1,40	1,44

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Hasil Pengujian Agregat Kasar

Dalam Tabel 4 berikut ditampilkan distribusi agregat berdasarkan hasil analisa saringan agregat kasar Gradasi agregat kasar dinyatakan dengan banyaknya persentase agregat yang lolos saringan 3/4” dan tertahan saringan no. 4 (4.75 mm).

Tabel 4. Distribusi Butiran Agregat Kasar (Batu Pecah)

No.	Ukuran Ayakan (Saringan (ASTM E11))	Lolos (%)	Interval
1.	3/4 in (19,05 mm)	100	90-100
2.	1/2 in (12,7 mm)	31,92	20-55

No.	Ukuran Ayakan (Saringan (ASTM E11))	Lolos (%)	Interval
3.	3/8 in (9,5 mm)	8,86	0-15
4.	No. 4 (4,75 mm)	3,74	0-5
5.	No. 8 (2,36 mm)	3,16	-
6.	No. 16 (1,18 mm)	1,8	-
7.	No. 30 (0,6 mm)	1,61	-
8.	No. 50 (0,3 mm)	1,48	-
9.	No. 100 (0,15mm)	1,15	-
10.	No. 200 (0,075 mm)	0,93	-

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Demikian juga dalam Tabel 5 ditampilkan hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan tingkat penyerapannya terhadap air.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Jenis Pemeriksaan	Metode	Benda Uji		Rata-Rata
		A	B	
Berat jenis dan penyerapan				
1. Bulk	SNI 03-1970-2008	2,48	2,49	2,61
2. SSD		2,53	2,54	2,66
3. Semu		2,62	2,61	2,76
4. Penyerapan		2,16	1,81	1,98

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Hasil Perancangan Campuran

Dari hasil perancangan campuran beton normal diperoleh komposisi masing-masing material beton, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Komposisi Kebutuhan Mix Design Beton Normal Kuat Tekan

Bahan	Berat / M ³ Beton (Kg)	Volume Benda Uji	Berat Untuk 1 Silinder	Berat Untuk 3 Silinder
			(Kg)	(Kg)
Air	194.36	0,0053	1.03	3.09
Semen	436.17		2.31	6.93
Pasir	688.62		3.65	10.95
Bp 1-2	1005.85		5.33	15.99

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Tabel 7. Komposisi Kebutuhan Mix Design Beton Normal Kuat Lentur

Bahan	Berat / M ³ Beton (Kg)	Volume Benda Uji	Berat Untuk 1 Silinder	Berat Untuk 3 Silinder
			(Kg)	(Kg)
Air	194.36	0,0162	3.78	11.33
Semen	436.17		8.48	25.44
Pasir	688.62		13.39	40.16
Bp 1-2	1005.85		19.55	58.66

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Demikian juga dalam Tabel 8 ditampilkan hasil perancangan campuran beton variasi diperoleh komposisi masing-masing material beton yang sebagai berikut.

Tabel 8. Komposisi Kebutuhan Material Beton Variasi

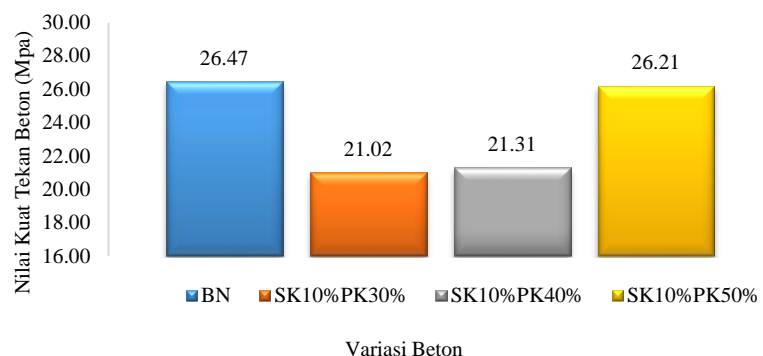
Uraian	Notasi	Bp 1-2	Pecahan keramik	Pasir	Semen	Serbuk kaca	Volume Benda Uji	Jumlah Sampel
		(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)		
		a	b	c	d	e		
Uji Kuat Tekan	SK10%PK30%	11.19	4.80	9.86	6.92	1.09	0.0053	3
	SK10%PK40%	9.59	6.40	9.86	6.92	1.09		3
	SK10%PK50%	7.99	7.99	9.86	6.92	1.09		3
Uji Kuat Lentur Beton	SK10%PK30%	11.41	4.89	10.04	7.05	1.12	0.0162	1
	SK10%PK40%	9.78	6.52	10.04	7.05	1.12		1
	SK10%PK50%	8.15	8.15	10.04	7.05	1.12		1

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Pengujian Kuat Tekan Beton Pecahan Keramik Dan Serbuk Kaca

Kekuatan tekan beton ialah muatan tekan maksimum yang dapat dipikul persatuan luas. Dalam pengujian kekuatan beton dilakukan agar mengetahui seberapa besar beban yang dapat dipikul oleh beton itu sendiri. Pengujian yang dilakukan pada beton yaitu, apa bila beton telah mencapai dari umur yang telah direncanakan (28 Hari).

Setelah benda uji beton dikeluarkan dari cetakan, beton harus menjalani curing (*perawatan*) dengan metode perendaman. yang bertujuan agar beton yang telah dibuat dapat selalu dalam kondisi lembab. Setelah beton diangkat dan dibiarkan selama 24 jam agar air yang terjebak dalam beton dapat berkurang, maka beton siap diuji kuat tekannya. Dari hasil uji kali ini maka didapatkan nilai kuat tekan yaitu sebagai berikut :



Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Kemiri

Gambar 1 dapat dijelaskan bahwasannya beton campuran memiliki mengalami penurunan nilai kuat tekan terhadap beton normal. Adapun perbandingan persentase penurunan kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton campuran kemiri yaitu :

Tabel 9. Presentase Penurunan Kuat Tekan Beton Campuran Kemiri terhadap Beton Normal

Notasi	Hasil Kuat Tekan	Selisih	Penurunan
BN	26,47		
SK10% PK30'	21,02	-5,44	-20,57
BN	26,47		
SK10% PK40'	21,31	-5,16	-19,50
BN	26,47		
SK10% PK50'	26,21	-0,26	-0,98

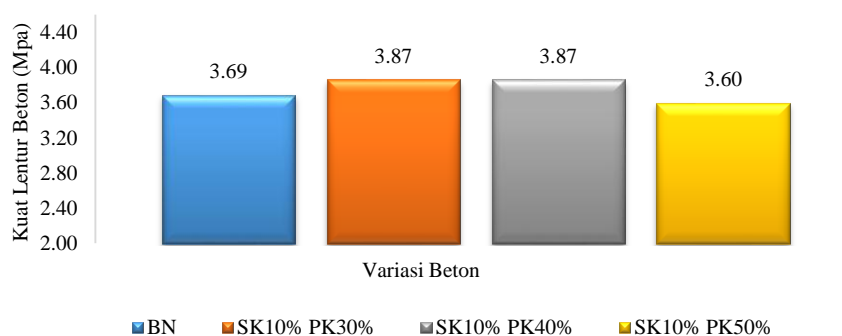
Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Pada Tabel 9 persentase perbandingan beton variasi didapatkan dengan cara membandingkan persentase beton normal yaitu sebesar 26.47 mpa. Berdasarkan dari tabel diatas dapat dilihat kenaikan persentase tertinggi didapat pada variasi SK10%PK50% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 26,21 Mpa, Sedangkan pada variasi SK10%PK30% dan SK10%PK40%, mengalami penurunan kuat tekan sebesar 21,02 Mpa dan 21,31.

Pengujian Kuat lentur beton pecahan keramik dan serbuk kaca

Kuat lentur beton adalah pengujian tekan yang diperoleh dari laboratorium dengan membebani benda uji berbentuk balok secara lateral sampai pada muatan maksimum yang dapat dipikul persatuan luas. Dalam pengujian yang dilakukan pada beton yaitu, apa bila beton telah mencapai dari umur yang telah direncanakan (28 Hari).

Setelah benda uji beton dikeluarkan dari cetakan, beton harus dirawat (*curing*) dengan metode perendaman. yang bertujuan agar beton yang telah dibuat dapat selalu dalam kondisi lembab. Setelah sampel beton direndam air selama 28 hari lalu diangkat dan dibiarkan selama 24 jam agar air yang mengisi pori-pori dalam beton dapat berkurang, maka beton siap diuji kuat lenturnya. Dari hasil uji kali ini maka didapatkan nilai kuat lentur beton yaitu sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat disimpulkan bahwa beton variasi kenaikan terhadap kuat lentur beton. Dimana semakin rendah variasi penggunaan pecahan keramik maka semakin kuat tekanan lentur beton yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena pecahan keramik serta penambahan serbuk kaca memiliki daya ikat yang bagus. Nilai kuat tekan lentur belah beton tertinggi sebesar 3,87 dan 3,87 dengan variasi pecahan keramik sebesar 30% dan 40% dengan penambahan serbuk kaca sebesar 10%. dan nilai kuat lentur terendah sebesar 3,60 dengan variasi pecahan keramik 50% dengan penambahan serbuk kaca sebesar 10%. Nilai kuat lentur beton rata-rata untuk beton normal yaitu 3.69.

Adapun perbandingan persentase peningkatan kuat tekan beton campuran kemiri dengan kuat tekan beton campuran kemiri dengan penambahan variasi berbagai zat tambah sebagai berikut.

Tabel 10. Presentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Variasi

Notasi	Hasil Kuat lentur	Selisih	Peningkatan / Penurunan
BN	3.69		
SK10% PK30'	3.87	0.18	4.82
BN	3.69		
SK10% PK40'	3.87	0.18	4.82
BN	3.69		
SK10% PK50'	3.60	-0.09	-2.41

Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2022.

Nilai kekuatan lentur dengan variasi SK10%PK30% dan SK10%PK40%, mengalami peningkatan kuat tekan lentur yang sama yaitu sebesar 3 3,87 Mpa. Sedangkan pada variasi SK10%PK50% mengalami penurunan kuat tekan lentur sebesar 3,60 Mpa dari kuat lentur normal yaitu 3,69 Mpa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi campuran beton normal diperoleh dengan campuran air = 194.14 Kg/m³, Semen = 436.17 Kg/m³, Pasir = 688.17 Kg/m³, Bp Maks 20 = 1005.85 Kg/m³. Kemudian untuk nilai kuat tekan dengan menggunakan serbuk kaca dan pecahan keramik yaitu variasi SK10%PK50% sebesar 26,21 Mpa. Lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Nilai kuat tekan beton normal sebesar 25.54 Mpa. Hasil pengujian kuat lentur rata-rata normal di peroleh 3,39 Mpa, sedangkan untuk kuat lentur rata-rata optimum dari beton variasi SK10%PK30% dan SK10%PK40% dengan nilai yang sama yaitu 3,87 Mpa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi suria (2017) / pemanfaatan limbah pecahan keramik sebagai agregat kasar campuran dan pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Program studi sipil, fakultas teknik, universitas samudra.
- Kusnadi M, Teknologi Beton 2, Bahan perkuliahan Departemen Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB Bandung.
- Muhammad Ramdhan Oli / Limbah Kaca Sebagai Penganti Sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi Offset
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks, 1987. Concrete Technology, Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.
- Nurhidayat, Imam (2021) / Pemanfaatan Limbah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Pada Beton. Sarjana Thesis, Universitas Siliwangi.
- Panji kamajaya asrul (2021) / pemanfaatan limbah botol kaca dan limbah keramik sebagai substitusi agregat kasar pada kuat tekan beton