

Bubuk Limbah Botol Kaca sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton

Anita Intan Nura Diana¹⁾, Subaidillah Fansuri²⁾, Nor Zainah³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja
Jl. Raya Sumenep-Pamekasan Km 5 Patean Sumenep, 69451
Email: anita@wiraraja.ac.id

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja
Jl. Raya Sumenep-Pamekasan Km 5 Patean Sumenep, 69451
Email: fadilsri.fs@gmail.com

³⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja
Jl. Raya Sumenep-Pamekasan Km 5 Patean Sumenep, 69451
Email: ina.zainahnor@gmail.com

Abstract

Glass bottles waste are generated from industrial and household activities that can't be decomposed, if the amount is too much it will damage for the environment. In this study, glass waste will be reused as a filler in concrete especially fine aggregate, because glass bottles waste has weather resistance. The data was analyzed by using regression and classical assumption test with SPSS programme with the help of SPSS 20 for windows software. The variables used in this study were the independent variable (glass bottle waste) and the dependent variable (tensile strength). Based on the results of the analysis, it is obtained that the maximum tensile strength is at the variation of 0% and 12.5%, where at the 0% variation, the tensile strength is obtained at 44 Kg/cm, while at the 12.5% variation, the tensile strength is obtained at 40 Kg/cm. This can be seen in the results of the simple linear regression analysis using the SPSS 20 for windows program which shows that the effect of adding glass waste has a significant effect on tensile strength.

Keywords: Replacement; Glass Bottle Waste Powder; Fine Aggregate.

Abstrak

Limbah botol kaca merupakan hasil dari kegiatan industri dan rumah tangga yang tidak dapat terurai, apabila jumlahnya terlalu banyak maka akan merusak lingkungan. Pada penelitian ini limbah kaca akan digunakan kembali sebagai bahan pengisi beton khususnya agregat halus, karena limbah botol kaca memiliki ketahanan terhadap cuaca. Analisis data menggunakan regresi dan uji asumsi klasik dengan program SPSS dengan bantuan software SPSS 20 for windows. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas (limbah botol kaca) dan variabel terikat (kuat lentur). Berdasarkan hasil analisis diperoleh kuat lentur maksimum pada variasi 0% dan 12,5%, dimana pada variasi 0% didapatkan kuat lentur sebesar 44 Kg/cm³ sedangkan pada 12,5% variasi, kekuatan tarik diperoleh pada 40 Kg/cm³. Hal ini terlihat pada hasil analisis regresi linier sederhana dengan menggunakan program SPSS 20 for windows yang menunjukkan bahwa pengaruh penambahan limbah kaca berpengaruh signifikan terhadap kuat lentur. Pengaruh limbah botol kaca berpengaruh negatif terhadap kuat lentur beton.

Kata Kunci: Penggantian; Bubuk Limbah Botol Kaca; Agregat Halus.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya sumber daya alam yang didukung oleh kondisi geografis, selain itu Indonesia mempunyai jumlah populasi dan penduduk yang banyak sehingga membutuhkan fasilitas umum. Salah satu cara untuk memajukan kesejahteraan Indonesia yaitu dengan pembangunan infrastruktur. Pembangunan infrastruktur saat ini begitu pesat diantaranya pembangunanan perumahan, kantor, rumah sakit, dan jenis infrastruktur lainnya. Beton salah satu bahan bangunan yang pasti digunakan dan diterapkan oleh masyarakat sebab beton memiliki kuat tekan yang baik, dan tahan terhadap cuaca.

Beton adalah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat kasar, agregat halus dan semen. Beton sudah mengalami peningkatan dan perkembangan, saat ini beton sudah banyak digunakan diberbagai infrastruktur sebagai struktur utama, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan mampu menahan beban yang berat.

Bahan-bahan limbah di sekitar bisa dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton, hal tersebut dapat memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah – limbah yang tidak termanfaatkan, seperti botol kaca, dengan adanya pemanfaatan limbah botol kaca ini dapat mengurangi limbah botol kaca yang mencemari lingkungan.

Botol kaca adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan yang dihasilkan dari kegiatan industri dan rumah tangga yang tidak bisa terurai, apabila jumlahnya terlalu banyak maka akan merusak lingkungan, namun limbah kaca dapat dimanfaatkan kembali salah satunya sebagai bahan pengisi pada beton, karena kaca memiliki ketahanan terhadap cuaca.

Data limbah di Indonesia setiap tahun prosentasenya mengalami peningkatan. Pada tahun 2018, data limbah yang dihasilkan adalah 60% berasal dari sampah organik, 9% berasal dari sampah kertas, 4,3% berasal dari sampah metal, 12,7% berasal dari sampah kaca, kayu, dan bahan lainnya (CNN Indonesia, 2018).

Pada tahun 2019 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyampaikan jumlah timbulan sampah secara nasional sebesar 175.000 ton per hari atau setara 64 juta ton per tahun, hal ini menggunakan asumsi sampah yang dihasilkan setiap orang perhari sebesar 0,7 Kg. Komposisi jenis sampah yang dihasilkan adalah 50% berasal dari sampah organik (sisa makanan dan tumbuhan), 15% berasal dari sampah plastik, 10% berasal dari sampah kertas, kemudian sisa sampah lainnya berasal dari logam, karet, kain, kaca dan lainnya (Baqiroh, 2019).

Pada tahun 2020 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyampaikan jumlah sampah nasional mencapai 67,8 juta ton. Pemerintah butuh melakukan kebijakan dan upaya-upaya luar biasa (*extra ordinary effort*) agar permasalahan sampah tidak terus meningkat. Jika hanya sebatas *business as usual*, maka diperkirakan pada tahun 2050 komposisi sampah akan lebih dua kali lipat (Aditya, 2020).

Beberapa penelitian tentang penggunaan kembali sampah khususnya sampah kaca telah dilakukan diantaranya : Selvakumar, Geetha, Rangan, Sithrubi, & Sathyashriya (In Press) dengan judul "*Effect of glass powder as partial fine aggregate replacement on properties of basalt fibre reinforced concrete*". Penelitian ini memanfaatkan limbah kaca dan serat basal sebagai agregat halus untuk memproduksi beton mutu tinggi. Hasil yang dicapai dari pengujian yang dilakukan di laboratorium menunjukkan penggantian 10% serbuk kaca meningkatkan kekuatan dan memiliki sifat ketahanan yang baik dibandingkan dengan konvensional beton. Kuat tekan 84,5 MPa, kuat lentur 11 MPa dan kuat lentur belah dari 3,2 MPa tercapai.

Arivalagan & Sethuraman (In Press) dengan judul "*experimental study on the mechanical properties of concrete by partial replacement of glass powder as fine aggregate: An environmental friendly approach*". Penelitian ini menggunakan limbah kaca dengan 3 variasi persentase yaitu 10%, 20% dan 30% dari berat agregat halus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan telah diamati saat mengganti bubuk limbah kaca dengan pasir alami. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari serbuk sisa kaca, gantilah agregat halus sebesar 20%.

Gerges, Issa, Fawaz, Jabbour, Jreige, & Yacoub, (2018) dengan judul "*Recycled Glass Concrete : Coarse and Fine Aggregates*". Penelitian ini menggunakan Limbah kaca (botol hijau, coklat, dan transparan) sebagai agregat halus. Pasir grading, warna kaca, sumber limbah kaca (botol dan non-botol), dan kekuatan campuran desain digunakan sebagai parameter. Selain itu limbah kaca botol hijau juga digunakan untuk agregat kasar. Parameter yang digunakan adalah limbah botol kaca yang lolos uji L.A. Abrasion. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Penggabungan pasir kaca terlepas dari rasio penggantian tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan pada sifat segar atau mekanik beton kecuali untuk kasus botol transparan.

Liza, Amat, Ibrahim, Salehuddin, Mohammed, & Rahim (2015) dengan judul "*Utilization of Recycled Glass Waste as Partial Replacement of Fine Aggregate In*

Concrete Production". Penelitian ini memanfaatkan limbah kaca sebagai pengganti sebagian pasir sebesar 10%, 20%, 50% dari campuran beton. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah kaca sebagai pengganti sebagian pasir memberikan hasil yang bagus dan menarik dari segi ekonomi. Kuat tekan beton maksimum diperoleh pada penambahan limbah kacar sebesar 10% yaitu 32,94 Mpa.

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan beberapa penelitian yang telah dilakukan, muncul ide untuk memanfaatkan limbah kaca sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton khususnya elemen struktur balok.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium teknik sipil, Universitas Wiraraja. Adapun kegiatan yang akan dilakukan yaitu:

- Penyediaan bahan – bahan sebagai pembuatan beton;
- Pemeriksaan terhadap bahan;
- Perhitungan mix design beton dengan menggunakan SNI 03-2834-2000;
- Pembuatan benda uji;
- Perawatan benda uji (*curing*);
- Pengujian kuat lentur beton.

Penentuan Jumlah Sampel

Penelitian ini menggunakan sampel pada setiap perlakuan sebanyak 2 buah benda uji dengan variasi 0%, 7,5%, 10%, 12,5%, dengan tujuan untuk mengetahui kuat lentur balok beton, berikut tabel jumlah sampel masing-masing variasi limbah kaca :

Tabel 1. Jumlah Sampel Masing-Masing Variasi Limbah Kaca

Variasi Limbah Kaca	Banyaknya Sampel
0%	2
7,5%	2
10%	2
12,5%	2
Jumlah	8

INSTRUMEN PENELITIAN

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data – data sebagai pemecah permasalahan penelitian , adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Peralatan untuk pengujian bahan

- 1 set ayakan yang terdiri dari beberapa ukuran;
- Mesin ayakan untuk agregat halus dan agregat kasar;
- Timbangan dengan ketelitian 1gr;
- Nampan/Talam untuk wadah agragat halus dan agregat kasar;
- Oven;
- Cawan untuk wadah agragat halus dan agregat kasar;
- Kerucut Terpancung dengan bagian bawah dan atas berlubang (terbuka);
- Sekop dan alat bantu lainnya.

Peralatan Cetakan Beton

Cetakan balok beton yang berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.



Gambar 1. Alat Cetak Pembuatan Balok Beton Ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm

Sumber: Dokumentasi Laboratorium (2020)

Perawatan curing benda Uji/curing beton

Curing beton bertujuan untuk menjaga beton agar tidak cepat mengalami kehilangan kecap air dimana hal ini dilakukan sebagai tindakan untuk menjaga kelembaban dan suhu pada beton. Berikut adalah gambar tempat perawatan beton/curing beton:



Gambar 2. Tempat Curing Beton

Sumber: Dokumentasi Laboratorium (2020)

Peralatan pengujian kuat lentur

Alat yang akan digunakan untuk pengujian kuat lentur beton merupakan mesin penguji bernama (hydraulic concrete beam testing). Berikut gambar mesin kuat lentur yang akan di pakai pada penelitian ini:



Gambar 3. Alat Uji Kuat Lentur

Sumber: Dokumentasi Laboratorium (2020)

Teknik Analisis Data

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil disajikan dengan bentuk tabel dimana selanjutnya akan dilakukan analisis data dengan menggunakan metode regresi linier dengan menggunakan bantuan *software SPSS*. Pemilihan regresi linier sederhana berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu:

Variabel yang digunakan hanya terdiri dari satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah limbah botol kaca, sedangkan variabel terikatnya adalah kuat lentur balok beton; Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Percobaan Agregat Halus

Percobaan Kadar Air

Tabel 2. Data Pengujian dan Perhitungan Kadar Air

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat pasir asli (w1)	500 gr	500 gr	500 gr
Berat pasir kering oven (w2)	485 gr	487 gr	486 gr
Kelembapan pasir (w1 - w2) / w2 x 100%	3,52 %	2,67 %	2,88 %

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Kadar air pasir sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung dalam pasir. Semakin besar selisih antara berat pasir semula dengan berat pasir setelah di oven maka semakin banyak pula air yang dikandung oleh agregat tersebut. Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai kadar air rata – rata untuk pasir sebesar 3,02 %.

Percobaan Berat Jenis

Tabel 3. Data Pengujian dan Perhitungan Berat Jenis

Percobaan Nomor	1	2	3	Rata-rata
Berat Pikno + pasir SSD + air (W1)	1005 gr	1019 gr	1017 gr	-
Berat pasir SSD (500 gr)	500 gr	500 gr	500 gr	-
Berat Pikno + air (W2)	705 gr	705 gr	705 gr	-
Berat pasir kering oven (W3)	490 gr	490 gr	490 gr	-
Berat jenis kering W3/(W2+500-W1)	2,45	2,63	2,60	2,56
Berat Jenis SSD 500/(W2+500-W1)	2,50	2,69	2,66	2,62
Berat Jenis Semu W3/(W2+W3-W1)	2,58	2,78	2,75	2,71
Penyerapan ((500-W3)/500)x100%	2%	2%	2%	2%

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan memperoleh berat jenis kering 2,45, berat jenis SSD 2,50, berat jenis semu 2,57, penyerapan 2%.

Percobaan Analisa Saringan

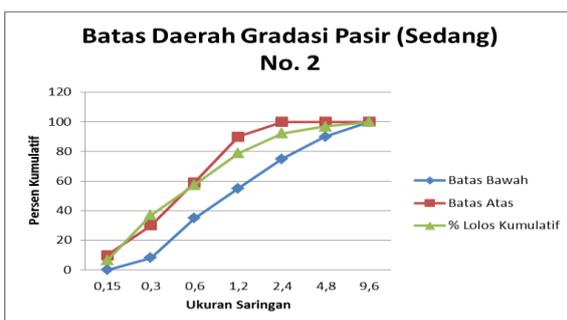
Tabel 4. Data Pengujian dan Perhitungan Analisa Saringan

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
mm	Inch	(gram)	(gram)		
4,8	3/8	30	30	3	96,95
2,36	8	46	76	7,72	92,28
1,70	12	60	136	13,81	86,19
1,18	16	73	209	21,22	78,78
0,60	30	210	419	42,54	57,46
0,425	40	160	579	58,78	41,22
0,30	50	42	621	63,05	36,95
0,15	100	301	922	93,60	6,40
0,075	200	48	970	98,48	1,52
Pan		15	985	100	0
Jumlah		985			

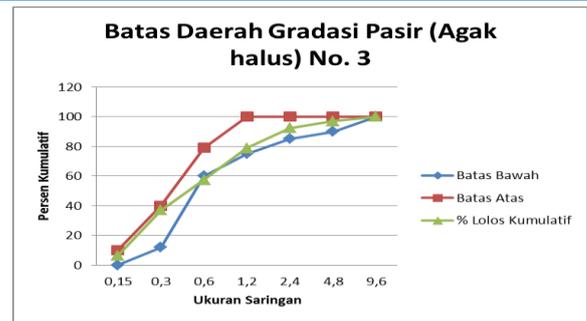
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



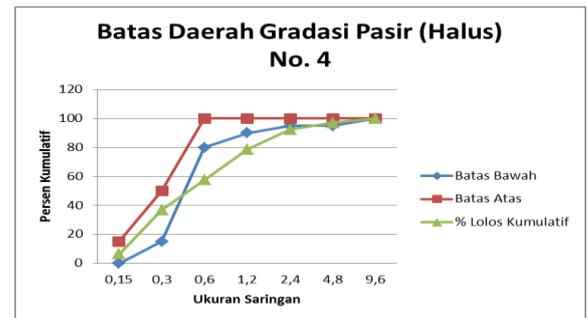
Gambar 4. Batas Gradasi Pasir Zona 1
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 5. Batas Gradasi Pasir Zona 2
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 6. Batas Gradasi Pasir Zona 3
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 7. Batas Gradasi Pasir Zona 4
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan hasil percobaan analisa ayakan dan hasil perhitungan, zona batas daerah gradasi pasir berada pada batas daerah gradasi pasir 3.

Percobaan Agregat Kasar

Percobaan Kadar Air

Tabel 5. Data Pengujian dan Perhitungan Kadar Air

Percobaan Nomor	1
Berat kerikil asli (w1)	500 gr
Berat kerikil oven (w2)	401 gr
Kelembapan kerikil	24,7%
$(w1-w2)/w2 \times 100\%$	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Kelembapan kerikil sangat di pengaruhi oleh selisih antara berat kerikil dengan berat kerikil oven. Semakin besar selisihnya maka kelembapannya semakin besar pula. Dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan nilai kelembapan kerikil rata – rata sebesar 24,7 %.

Percobaan Berat Jenis

Tabel 6. Data Pengujian dan Perhitungan Analisa Saringan

Percobaan Nomor	1	2	3	Rata-Rata
Berat benda uji kering permukaan jenuh (W1)	500 gr	500 gr	500 gr	-
Berat ember dalam air (W2)	631 gr	631 gr	631 gr	-
Berat ember + benda uji dalam air (W3)	930 gr	935 gr	932 gr	-

Percobaan Nomor	1	2	3	Rata-Rata
Berat batu pecah kering oven (W4)	401 gr	401 gr	401 gr	-
Berat jenis kering $W4/(W2+W1-W3)$	2,00	2,05	2,02	2,02
Berat Jenis SSD $W1/(W2+W1-W3)$	2,49	2,55	2,51	2,52
Berat Jenis Semu $W4/(W2+W4-W3)$	3,93	4,13	4,01	4,03
Penyerapan $((W1-W4)/W4) \times 100\%$	24,69%	24,69%	24,69%	24,69%

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Dari hasil penelitian kami di peroleh berat jenis kering 2,00 , berat jenis SSD 2,52, berat jenis semu 4,03, penyerapan 24,69%.

Percobaan Analisa Saringan

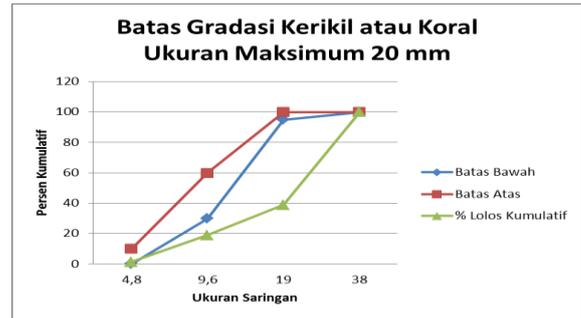
Tabel 7. Data Pengujian dan Perhitungan Analisa Saringan

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
mm	Inch	(gram)	(gram)		
76,20	3	0	0	0	100
50,8	2	0	0	0	100
38,1	1,5	0	0	0	100
25,40	1	318	318	35,14	64,86
19	3/4	235	553	61,10	38,90
13,20	1/2	70	623	68,84	31,16
8,5	3/8	110	733	80,99	19,01
4,75	#4	160	893	98,67	1,33
2,36	#8	12	905	100	0
0,15	100	0	905	100	0
Pan		0	905	100	0
Jumlah		100			

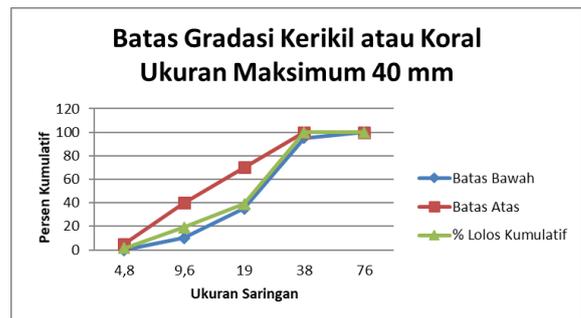
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 8. Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 10 mm
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 9. Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 20 mm
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)



Gambar 10. Batas Gradasi Kerikil Ukuran Maksimum 40 mm
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan hasil percobaan analisa ayakan dan hasil perhitungan, zona batas daerah gradasi kerikil berada pada batas daerah gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.

Mix Design Beton

Tabel 8. Kebutuhan Campuran Bahan Beton

Material Beton	Variasi 0% (Kg)	Variasi 5% (Kg)	Variasi 10% (Kg)	Variasi 12% (Kg)	Jumlah (Kg)
Semen	9,148	9,148	9,148	9,148	36,592
Air	5,426	5,426	5,426	5,426	21,704
Agregat Kasar	33,107	33,107	33,107	33,107	132,428
Agregat Halus	21,431	19,824	19,288	18,752	79,295
Limbah Botol Plastik	-	1,607	2,143	2,679	6,429

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa kebutuhan material semen untuk 8 benda uji adalah 36,592 kg, kebutuhan air adalah 21,704 liter, kebutuhan agregat kasar adalah 132,428 kg, kebutuhan agregat halus adalah 79,295 kg, dan kebutuhan limbah botol plastik adalah 6,429 kg.

Pengujian Kuat Lentur

Tabel 9. Data Pengujian dan Perhitungan Nilai Kuat Lentur Beton Tanpa Campuran 0%

No	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Beban (P) kg	M ½.P.1/3.L (cm)	W 1/6.bh (cm)	σ = M/W (kg/cm)
1	A	06/05/2020	15	15	45	3300	24750	562,5	44,00
2	B	06/05/2020	15	15	45	2900	21750	562,5	38,67
Rata – rata variasi 0%							23250	562,5	41,335

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Tabel 10. Data Pengujian dan Perhitungan Nilai Kuat Lentur Beton Tanpa Campuran 7,5%

No	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Beban (P) kg	M ½.P.1/3.L (cm)	W 1/6.bh (cm)	σ = M/W (kg/cm)
1	A	09/05/2020	15	15	45	2600	19500	562,5	34,67
2	B	09/05/2020	15	15	45	2700	20250	562,5	36,00
Rata – rata variasi 7,5%							19875	562,5	35,335

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Tabel 11. Data Pengujian dan Perhitungan Nilai Kuat Lentur Beton Tanpa Campuran 10%

No	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Beban (P) kg	M ½.P.1/3.L (cm)	W 1/6.bh (cm)	σ = M/W (kg/cm)
1	A	19/05/2020	15	15	45	2900	21750	562,5	38,67
2	B	19/05/2020	15	15	45	3200	24000	562,5	42,67
Rata – rata variasi 10%							22875	562,5	40,67

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Tabel 12. Data Pengujian dan Perhitungan Nilai Kuat Lentur Beton Tanpa Campuran 12,5%

No	Kode (K)	Tanggal Pembuatan	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Beban (P) kg	M ½.P.1/3.L (cm)	W 1/6.bh (cm)	σ = M/W (kg/cm)
1	A	30/05/2020	15	15	45	3000	22500	562,5	40,00
2	B	30/05/2020	15	15	45	2800	21000	562,5	37,33
Rata – rata variasi 12,5%							21750	562,5	38,665

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan **Tabel 9** sampai dengan **Tabel 12** diketahui bahwa hasil rata-rata pengaruh penambahan limbah botol kaca sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kinerja beton yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja kurang begitu baik pada hasil yang didapat.

Uji Normalitas Data

Tabel 13. Hasil Uji Normalitas dengan SPSS

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kuat Lentur	,167	8	,200*	,963	8	,836

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Uji normalitas dipakai untuk mengetahui data penelitian yang telah diperoleh mempunyai distribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas menggunakan program SPSS 20 for windows. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan kolmogorov-smirnov. Metode

pengambilan keputusan data terstandarisasi berdistribusi normal jika nilai sig.> 0.05.

Tabel 14. Hasil Uji Normalitas Menggunakan Kolmogorov – Smirnov

Unstandardized Residual		
N		8
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0000000
	Std. Deviation	3,04895896
Most Extreme Differences	Absolute	,138
	Positive	,112
	Negative	-,138
Test Statistic		,138
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}

Test distribution is Normal.

This is a lower bound of the true significance.

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan **Tabel 14** dapat diketahui bahwa nilai residual terstandarisasi dinyatakan menyebar secara normal, karena nilai signifikan sebesar $0,200 > 0,05$ (berdistribusi normal) dan analisis ini dapat lanjut ke analisis regresi karena syarat pada uji asumsi klasik dalam hal ini nilai residualnya sudah dinyatakan berdistribusi normal.

Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan asumsi klasik heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas berarti ada varian variable pada model regresi yang tidak sama sedangkan yang diharapkan dalam model regresi adalah yang konstan. Pengujian heteroskedastisitas menggunakan program SPSS 20 for windows. Pengujian heteroskedastisitas pada penelitian ini menggunakan metode Glejser.

Gejala heteroskedastisitas ditunjukkan oleh koefisien regresi dari variable bebasnya terhadap nilai absolut residualnya. Pengambilan keputusan bahwa tidak terjadi gejala heteroskedastisitas jika nilai dari probabilitas lebih besar dari nilai alpha (0.05).

Tabel 15. Uji Heteroskedastisitas Data Kuat Beton dengan Variasi Campuran Limbah Botol Kaca

Coefficients ^a					
Model	Un-std Coefficients		std Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	T	
1 (Constant)	3,13	1,09		2,88	,028
Variasi Limbah Kaca	-,092	,123	-,292	-,749	,482

a. Dependent Variable: Kuat Lentur

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Dari data di atas yang telah di olah dapat di simpulkan bahwa model regresi tidak terjadi heteroskedastisitas karena nilai sig. variasi limbah botol kaca terhadap absolut residual adalah $0,482 > 0,05$.

Uji Regresi Linier

Uji ini di gunakan untuk melihat apakah spesifikasi model yang digunakan sudah benar atau tidak, dan berbentuk linier, kuadrat atau kubik juga mengetahui arah hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas.

Ho: Tidak ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat lentur yang dipengaruhi oleh variasi penambahan limbah botol kaca.

Ha: Ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat lentur yang dipengaruhi oleh variasi penambahan limbah botol kaca.

Data kuat lentur yang didapatkan dianalisis menggunakan regresi linier sederhana, yang sebelumnya telah diuji dengan menggunakan uji normalitas dan uji heteroskedastisitas. Berdasarkan uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi persyaratan. Tahap selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan limbah

botol kaca terhadap kuat lentur beton. Hasil analisis data dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 16. Tabel Descriptive Statistic Hasil Analisis Regresi Kuat Lentur

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
Kuat Lentur	39,00	3,167	8
Variasi Limbah Kaca	7,50	5,000	8

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan tabel descriptive statistick memberi informasi tentang mean, standart devisiasi, sebanyak data dari variabel-variabel independent (Bebas) dan variabel dependen (terikat). Dimana rata – rata (mean) variabel Kuat Lentur adalah 39,00 dengan standart devisiasi 3,167 ; sedangkan rata – rata variabel limbah botol kaca adalah 7,50 dengan standart devisiasi 5,000. Sampel peelitian yang diteliti sebanyak 8.

Tabel 17. Tabel Correlations Hasil Analisis Regresi Kuat Tekan

Correlations			
		Kuat Tekan	Variasi Limbah Kaca
Pearson Correlation	Kuat Lentur	1,000	-,271
	Variasi Limbah Kaca	-,827	1,000
Sig. (1-tailed)	Kuat Lentur	.	,258
	Variasi Limbah Kaca	,258	.
N	Kuat Lentur	8	8
	Variasi Limbah Kaca	8	8

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa probabilitas antara kuat lentur dengan menggunakan variasi limbah botol kaca = $0,271 > 0,05$ Maka HO diterima artinya tidak ada hubungan antara kuat lentur dengan menggunakan campuran variasi limbah botol kaca.

Tabel 18. Tabel Summary Hasil Analisis Regresi Kuat Lentur

Model Summary ^b									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Sig. F Change
					R Square Change	F Change	df1	df2	
1	,271 ^a	,073	-,081	3,293	,073	,475	1	6	,516

a. Predictors: (Constant), Variasi Limbah Botol Kaca

b. Dependent Variable : Kuat Lentur

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan tabel summary di atas dapat dianalisis sebagai berikut:

Hubungan antara variasi penambahan limbah botol kaca dengan kuat lentur sebesar 0,271. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,73, dimana, hasil ini tidak memiliki arti positif dalam hubungan variasi penambahan limbah botol kaca dan kuat lentur, maksudnya meskipun banyak variasi campuran penambahan limbah botol kaca maka tidak ada

pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat lentur yang dihasilkan; Kontribusi yang disumbangkan variasi limbah botol kaca (X) terhadap kuat lentur (Y) = 73%.

Tabel 19. Tabel ANOVA Hasil Analisis Regresi Kuat Lentur

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	5,151	1	5,151	,475	,516 ^b
Residual	65,073	6	10,846		
Total	70,224	7			

a. Dependent Variable: Kuat Lentur
b. Predictors: (Constant), Variasi Limbah Botol Kaca

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan tabel ANOVA di atas dapat dianalisis sebagai berikut:

- Membuat hipotesis dalam uraian kalimat
Ho : Tidak ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat lentur yang dipengaruhi oleh variasi penambahan limbah botol kaca.
Ha : Ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat lentur yang dipengaruhi oleh variasi penambahan limbah botol kaca.
- Perbandingan antara F_{hitung} dan F_{tabel}
Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka Ho diterima.
Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Ho ditolak.
Di mana : Nilai F_{hitung} dari tabel anova sebesar 0,475 dan nilai F_{tabel} dari tabel F = 5,99
- Membandingkan F_{tabel} dan F_{hitung} serta sig dan α
Ternyata : $F_{hitung} = 475 > F_{tabel} = 5,99$, maka Ho di terima.
Ternyata : $0,005 < 0,05$, maka Ho diterima.
- Berdasarkan nilai probabilitas
Jika probabilitas (sig) $> \alpha$ maka Ho diterima.
Jika probabilitas (sig) $< \alpha$ maka Ho ditolak.
Dimana, dari tabel anova nilai probabilitas (sig) = 0,516 dan nilai taraf signifikan $\alpha = 0,05$, maka Ho diterima.
- Keputusannya
Model regresi linier sederhana dapat diambil keputusan bahwa tidak ada pengaruh secara simultan terhadap kuat lentur dengan penambahan variasi limbah botol kaca.

Tabel 20. Tabel Coefficients Hasil Analisis Regresi Kuat Lentur

Model	Coefficients ^a						
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	40,29	2,20		18,31	,000	34,904	45,672
1 Variasi Limbah Kaca	-,172	,249	-,271	-,689	,516	-,781	-,438

a. Dependent Variable: Kuat Tekan

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2020)

Berdasarkan tabel coefficients di atas dapat dianalisis bahwa model persamaan regresi untuk pengaruh secara simultan terhadap kuat lentur dengan penambahan variasi limbah botol kaca adalah $Y = 40,288 - 172 X$ (dimana y adalah kuat lentur dan x adalah variasi limbah botol kaca)

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap penambahan limbah botol kaca dari variasi campuran 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5%, ada pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur beton. Kuat lentur maksimum yang diperoleh terdapat pada variasi 0% dan 12,5%, dimana pada variasi 0% didapat nilai kuat lentur sebesar 44 Kg/cm sedangkan pada variasi 12,5% didapat kuat lentur sebesar 40 Kg/cm. Hal tersebut juga dapat dilihat pada hasil analisis data dengan menggunakan program SPSS 20 for windows yang menunjukkan bahwa pengaruh penambahan limbah botol kaca memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A. F. (2020). *KLHK: Jumlah Sampah Nasional 2020 Mencapai 67,8 Juta Ton*. Retrieved 2021, from <https://www.idntimes.com/news/indonesia/aldzah-fatimah-aditya/klhk-jumlah-sampah-nasional-2020-mencapai-678-juta-ton/3>
- Arivalagan, S., & Sethuraman, V. (In Press). Experimental study on the mechanical properties of concrete by partial replacement of glass powder as fine aggregate: An environmental friendly approach. *Materials Today: Proceedings*, 1-7.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 tentang Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Baqiroh, N. F. (2019). *Timbulan Sampah Nasional Capai 64 juta ton per Tahun*. Retrieved 2021, from <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190221/99/891611/timbulan-sampah-nasional-capai-64-juta-ton-per-tahun>
- CNN Indonesia. (2018). *Riset: 24 Persen Sampah di Indonesia Masih Tak Terkelola*. Retrieved 2021, from <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20180425101643-282-293362/riset-24-persen-sampah-di-indonesia-masih-tak-terkelola>
- Gerges, N. N., Issa, C. A., Fawaz, S. A., Jabbour, J., Jreige, J., & Yacoub, A. (2018). Recycled Glass Concrete : Coarse and Fine Aggregates. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Vol. 3, No. 1*, 1-9.
- Liza, N. L., Amat, R. C., Ibrahim, N. M., Salehuddin, S., Mohammed, S. A., & Rahim, M. A. (2015). Utilization of Recycled Glass Waste as Partial Replacement of Fine Aggregate In Concrete Production. *Materials Science Forum Vol. 803*, 16-20.
- Selvakumar, M., Geetha, S., Rangan, S. K., Sithrubi, T., & Sathyashriya, K. (In Press). Effect of glass powder as partial fine aggregate replacement on properties of basalt fibre reinforced concrete. *Materials Today: Proceedings*, 1-5.