

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA NILAI KUAT TEKAN BETON

Randa Pratama^{1,*}, Romi Suryaningrat Edwin T.², Wayan Mustika¹, Sulha¹

¹Program Studi D-III Teknik Sipil, Program Pendidikan Vokasi, Universitas Halu Oleo Kendari

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

Koresponden*, Email: randapratama290@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 25 April 2022 Diperbaiki : 09 Mei 2022 Disetujui : 20 Juni 2022	<p><i>This research was conducted at the Laboratory of Material Testing and Civil Engineering Construction, Halu Oleo University. This research guideline refers to SNI (Indonesian National Standard). Quality of concrete f'cr 20 Mpa. With the percentage addition of glass bottle waste fragments of 0%, 10%, 15%, and 20% of the weight of fine aggregate. The concrete compressive strength test was carried out at the age of 7 days, 14 days, and 28 days .</i></p> <p><i>The results of the average compressive strength obtained starting at the immersion age of 28 days with a percentage of 0% without glass, the quality of the concrete obtained is 17.15 MPa. at a percentage of 10% by using additional waste glass bottles with the quality of the concrete obtained is 18.97 MPa. has increased for 28 days of age from a percentage of 0% to 10%, namely 10.61%. Furthermore, at a percentage of 15% by using additional waste glass bottles with the quality of the concrete obtained is 18.45 MPa. has increased for the age of 28 days the percentage of 0% to 15% is 7.58%. Furthermore, the percentage of 20% by using additional glass bottle waste with the quality of the concrete obtained is 17.93 MPa, an increase for 28 days, the percentage is 0% to 20%, namely 4.55%</i></p>

Keywords: Concrete, Fine Aggregate, Glass Bottle Waste, Compressive Strength

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Halu Oleo. Pedoman penelitian ini mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Mutu beton f'cr 20 Mpa. Dengan persentasi penambahan pecahan limbah botol kaca sebesar 0%, 10%, 15%, dan 20% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Hasil kuat tekan rata-rata yang di dapatkan mulai pada umur perendaman 28 hari dengan presentase 0% tanpa kaca mutu beton yang di dapatkan yaitu 17.15 Mpa. pada presentase 10% dengan menggunakan tambahan limbah botol kaca dengan mutu beton yang di dapatkan yaitu 18,97 Mpa. mengalami peningkatan untuk umur 28 hari dari presentase 0% ke 10% yaitu 10,61 %. Selanjutnya pada presentase 15% dengan menggunakan tambahan limbah botol kaca dengan mutu beton yang di dapatkan yaitu 18,45 Mpa. mengalami peningkatan untuk umur 28 hari presentase 0% ke 15% yaitu 7,58%. Selanjutnya pada presentase 20% dengan menggunakan tambahan limbah botol kaca dengan mutu beton yang di dapatkan yaitu 17,93 Mpa, mengalami peningkatan untuk umur 28 hari presentase 0% ke 20% yaitu 4,55%..

Kata kunci: Beton, Agregat Halus, Limbah botol kaca, Kuat tekan

1. Pendahuluan

Kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang industri konstruksi semakin pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan. Kebutuhan fasilitas, perumahan, perhubungan, dan industry juga berdampak pada peningkatan kebutuhan bahan-bahan pendukungnya, salah satu produk yang meningkat tajam adalah beton.

Beberapa material substitusi secara efektif mampu meningkatkan kinerja beton, setelah melalui pengujian diberbagai tingkatan atau kategori dan dinilai memenuhi standar yang ditetapkan termasuk pertimbangan-pertimbangan ekonomi bahkan sosial, telah diproduksi secara massal. Material tersebut berasal dari berbagai sumber diantaranya limbah industry baja dan limbah industry

lainnya. Penelitian ini dengan memperhatikan adanya limbah kaca baik yang berasal dari industry ataupun pembongkaran bangunan dan dari rumah tangga dalam jumlah besar, berkemungkinan dimanfaatkan sekaligus sebagai alternatif solusi permasalahan lingkungan yang dapat diakibatkan oleh limbah kaca.

Beberapa peneliti di Indonesia telah menyelidiki pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap sifat mekanik beton [1]–[3]. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari diperoleh pada variasi 20% sebesar 208,62 kg/cm². Selain itu, serbuk kaca sebagai pengganti parsial agregat halus dalam vampuran beton dengan persentase serbuk kaca 0%, 7,5%, 10% dan 12,5%. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton dengan serbuk kaca 3%, 5% dan 7% sebesar

33,76 MPa, 31,31 MPa dan 30,49 MPa [4]. Penelitian pengaruh penambahan limbah botol kaca sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton menunjukkan bahwa penambahan tumbukan limbah botol kaca sebesar 2,5 % dapat menambah kuat tekan beton sebesar 7,570 % dari kuat tekan beton normal [3].

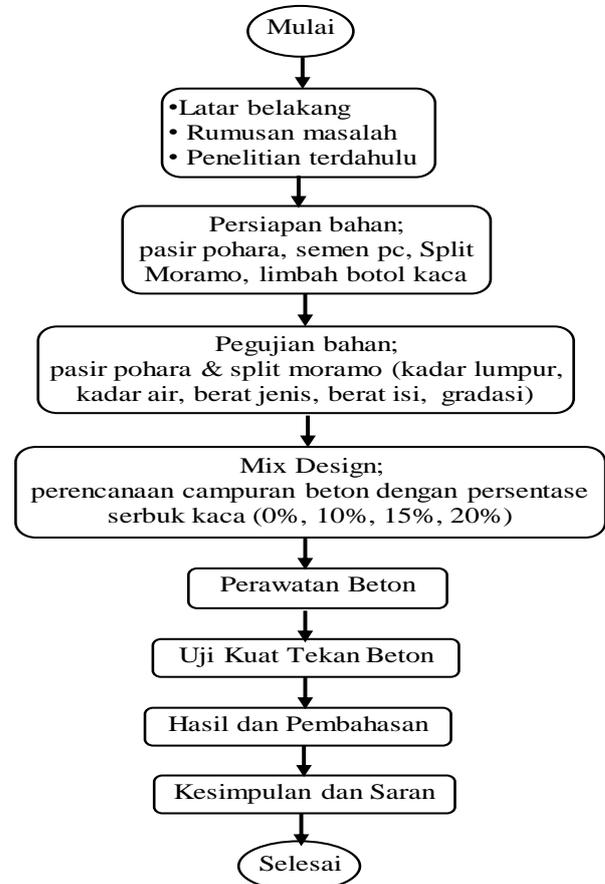
Beberapa peneliti sebelumnya di beberapa negara telah menggunakan serbuk kaca sebagai pengganti pasir Sebagian [5]–[8]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 15% - 20% serbuk kaca optimum memberikan kuat tekan beton yang signifikan. Sifat dan kinerja pasir dari limbah kaca daur ulang tergantung pada sumber dan jenis limbah kaca. 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. Pengaruh penambahan serbuk kaca terhadap kekuatan tekan dievaluasi sebagai performa utama beton sebelum dikombinasikan dengan tulangan. Selain itu, nilai kuat tekan beton menjadi rujukan apakah komponen material layak digunakan sebagai bahan konstruksi. Dalam hal ini kaca akan dijadikan sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton. Dengan penggunaan kaca sebagai agregat halus diharapkan dapat menjadi material alternatif campuran beton dan diharapkan akan mengurangi limbah kaca yang dapat merusak lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan beton pada pengaruh penambahan limbah botol kaca pada beton.

2. Metode

Pada penelitian proporsi campuran yang akan digunakan yaitu perencanaan f_c' 20 Mpa. Perbedaan dari masing-masing perencanaan yaitu dari faktor kebutuhan adukan, serbuk kaca pada beton dengan persentase 0% (tanpa limbah kaca), 10%, 15% ,20% . Metode perawatan benda uji sesuai standar SNI 2493-2011 adalah melakukan penutupan yaitu setelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan [9]. Perawatan yaitu untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu.

Adapun metode pengujian kuat tekan beton sesuai SNI 1974-2011 yakni (a) meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris, (b) menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per-detik, (c) melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur, (d) mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji, (e) mendokumentasikan bentuk kerusakan benda uji (f) mencatat keadaan benda uji dan (g)

menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas [10]. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian material berdasarkan standar SNI, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku material yang akan kita gunakan guna untuk penyesuaian pada Mix Design nantinya.

3.1. Pengujian Material

Ppengujian ini terdiri dari beberapa pengujian, sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus

Keterangan	Nilai	Satuan	Spek. SNI
Kadar Air	0.20	%	-
Kadar Lumpur	2.75	%	<5%
Berat Jenis SSD	2.65	Ton	-
Berat Volume	1.42	Gr/Cm ³	-
Absorbtion	0.44	%	-
Penggabungan	34	%	

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan karakteristik limbah botol

Keterangan	Nilai	Satuan	Spek. SNI
Kadar Air	0.00	%	-
Kadar Lumpur	0.00	%	<5%
Berat Jenis SSD	2.14	Ton	-
Berat Volume	1.56	Gr/Cm3	-
Absorbtion	0.00	%	-

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Keterangan	Nilai	Satuan	Spek.SNI
Kadar air	0.13	%	-
Kadar lumpur	0.97	%	<1%
Berat jenis SSD	2.63	Ton	-
Berat volume	1.51	gr/cm3	-
Absorbtion	1.33	%	-
Keausan	30.28	%	<40%
Gradasi maksimum	20	Mm	-
Penggabungan	66	%	-

3.2. Mix Design (Perencanaan Campuran)

Parameter perencanaan campuran beton dalam penelitian ini antara lain (a) tipe semen yakni tipe I (Semen Tonasa), (b) nilai Slump = 60 – 180 mm, (c) menentukan nilai tambah, m, (d) kuat tekan yang ditargetkan, (e) mMenentukan faktor air semen ,fas, (f) menentukan kadar air bebas, (g) penentuan kadar semen ,ks, (h) penentuan berat jenis agregat gabungan, (i) penentuan berat volume beton basah, (j) jumlah penggunaan agregat per m3 beton, (k) jumlah penggunaan agregat halus per m3 beton, (l) jumlah penggunaan agregat kasar per m3 beton, (m) jumlah penggunaan berat air per m3 beton dan (n) kebutuhan adukan untuk percobaan.

Tabel 4. Kebutuhan Adukan untuk percobaan dengan penambahan limbah botol kaca 0%

Nama Bahan	Faktor keamanan	Kebutuhan	Satuan (Kg/ltr)
Air	1.2	0.00785	2
Semen	1.2	0.00785	3.45
Pasir	1.2	0.00785	5.80
Split	1.2	0.00785	10.57
Limbah botol kaca	0 %		0.00

Tabel 5. Kebutuhan Adukan untuk percobaan dengan penambahan limbah botol kaca 10%

Nama Bahan	Faktor keamanan	Kebutuhan	Satuan (Kg/ltr)
Air	1.2	0.00785	2
Semen	1.2	0.00785	3.45
Pasir	1.2	0.00785	5.22
Split	1.2	0.00785	10.57
Limbah botol kaca	10 %		0.58

Tabel 6. Kebutuhan Adukan untuk percobaan dengan penambahan limbah botol kaca 15%

Nama Bahan	Faktor keamanan	Kebutuhan	Satuan (Kg/ltr)
Air	1.2	0.00785	2
Semen	1.2	0.00785	3.45
Pasir	1.2	0.00785	5.22
Split	1.2	0.00785	10.57
Limbah botol kaca	15 %		0.87

Tabel 7. Kebutuhan Adukan untuk percobaan dengan penambahan limbah botol kaca 20%

Nama Bahan	Faktor keamanan	Kebutuhan	Satuan (Kg/ltr)
Air	1.2	0.00785	2
Semen	1.2	0.00785	3.45
Pasir	1.2	0.00785	5.22
Split	1.2	0.00785	10.57
Limbah botol kaca	20 %		1.16

Hasil pengujian sifat beton segar memenuhi standar SNI [11], berdasarkan variasi kadar limbah botol kaca dalam campuran beton yakni Hasil pengujian Slump Test 0 % yang di peroleh sebanyak 9 cm. Hasil pengujian Slump Test 10% yang di peroleh sebanyak 9cm. Hasil pengujian Slump Test 15 % yang di peroleh sebanyak 11 cm. Hasil pengujian Slump Test 20% yang di peroleh sebanyak 12 cm.

3.3. Uji Kuat Tekan Beton

Sampel yang diuji berupa silinder beton berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Jumlah sampel yang di buat sebanyak 60 buah sampel. Pengujian dilakukan secara bertahap yaitu 7.14 dan 28 hari. Hasil pengujian dapat di lihat pada tabel 8 di bawah ini. Pada tabel tersebut menampilkan penjabaran kuat

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Beton 0%

Tgl	Umur	Berat	Pembacaan	Pembacaan	Luas	o'b
-----	------	-------	-----------	-----------	------	-----

No	Pembuatan	Tgl Tes	(Hari)	Kode	(Gram)	Kuat Tekan (kg)	Kuat tekan (N)	penampang (mm)	(Mpa)
	Silinder								
1	22-12-2020	29-12-2020	7	Silinder	3750	9000	88290	7854	11.24
2	22-12-2020	29-12-2020	7	Silinder	3720	10000	98100	7854	12.49
3	22-12-2020	29-12-2020	7	Silinder	3821.4	12000	117720	7854	14.99
4	22-12-2020	29-12-2020	7	Silinder	3682.4	9000	88290	7854	11.24
5	22-12-2020	29-12-2020	7	silinder	3761.5	10000	98100	7854	12.49
Rata-rata									12.49
6	21-12-2020	4-1-2021	14	Silinder	3639.1	13000	127530	7854	16.24
7	21-12-2020	4-1-2021	14	Silinder	3703.3	12000	117720	7854	14.99
8	21-12-2020	4-1-2021	14	Silinder	3737.5	11000	107910	7854	13.74
9	21-12-2020	4-1-2021	14	Silinder	3664.6	12500	122625	7854	15.61
10	21-12-2020	4-1-2021	14	Silinder	3749.7	11000	107910	7854	13,74
Rata-rata									14.86
11	21-12-2021	18-01-2021	28	Silinder	3707.9	14500	142245	7854	18.11
12	21-12-2021	18-01-2021	28	Silinder	3766.2	12500	122625	7854	15.61
13	21-12-2021	18-01-2021	28	Silinder	3740.8	14000	137340	7854	17.49
14	21-12-2021	18-01-2021	28	Silinder	3711	12000	117720	7854	14.99
15	21-12-2021	18-01-2021	28	Silinder	3803.3	13000	127530	7854	16.24
Rata-rata									16.49

tekan beton berdasarkan umur beton dengan rata-rata pembacaan kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 12.49 Mpa, umur 14 hari sebesar 14.86 Mpa, umur 28 hari sebesar 16.49 Mpa, nilai tersebut masih dalam nilai benda uji silinder 10/20 cm dan harus di konversi ke 15/30 cm seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 10. Hasil pengujian Kuat tekan Beton f'c 20 Mpa

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur Hari	O'b (Mpa)	Konversi Bentuk	Kuat Tekan
1	19-01-2021	20-01-2021	7	12.49	1.04	12.99
2	12-01-2021	20-01-2021	14	14.86	1.04	15.46
3	12-01-2021	09-01-2021	28	16.49	1.04	17.15



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton 0%

Tabel 11. Perbandingan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Presentase Limbah Botol Kaca

Umur (hari)	Kuat Tekan			
	0%	10%	15%	20%
7 Hari	12.99	12.34	12.34	7.66
14 Hari	15.46	14.81	15.85	14.16
28 Hari	17.15	18.97	18.45	17.93



Gambar 3. Grafik Kuat tekan beton berdasarkan presentase

3.4. Pembahasan

Pengaruh penambahan limbah botol kaca diketahui bahwa pengaruh limbah botol kaca sebagai substitusi agregat halus terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 10% dengan nilai kuat tekan 18,97 Mpa, sedangkan kuat

tekan terendah terdapat pada variasi 20% dengan nilai kuat tekan sebesar 17,93 Mpa. Perbandingan semen type 1 dan semen PCC pada penelitian ini nilai kuat tekan beton normal tidak sesuai dengan perencanaan mix design yang telah di buat dengan ketentuan kuat tekan 20 Mpa.

Berdasarkan jurnal Irfan istighfar tentang analisa perbandingan kuat tekan beton semen PCC dan semen type 1 dapat di simpulkan perbedaan antara kedua semen tersebut yaitu lebih tinggi nilai kuat tekan beton semen type 1 di bandingkan kuat tekan beton semen PCC. Ini di pengaruhi oleh waktu ikat semen, untuk sement type 1 waktu ikat awalnya yaitu 92,99 menit dan waktu ikat akhirnya yaitu 150 menit. Untuk semen PCC waktu ikat awalnya pada menit ke 119,17 sedangkan waktu ikat akhirnya pada menit ke 165.

4. Simpulan

Setelah melakukan analisa hasil pengujian, maka hasil dari penelitian mengenai “limbah Botol Kaca Sebagai substitusi Agregat halus Pada Nilai Kuat Tekan Beton” dapat di simpulkan, berdasarkan hasil perbandingan antara kuat tekan beton tanpa kaca yaitu 0% dengan beton menggunakan limbah botol kaca yaitu 10%,15%,20% dapat dilihat pada umur 28 hari, perbandingan nilai kuat tekan maksimal tertinggi berada pada presentase 0% ke 10 % dengan mengalami peningkatan sebesar 10,61% dan kuat tekan maksimal tertinggi yaitu 18,97 Mpa.

Berdasarkan hasil uji tekan yang telah dilakukan menjelaskan bahwa presentase perbandingan kuat tekan maksimal tertinggi yaitu pada presentase 10% sebesar 18,97 Mpa, tidak memenuhi standar perencanaan kuat tekan yaitu 20 f'c.

Referensi

- [1] G. Tanzil, “Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Semen Dengan,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 1, no. 1, pp. 86–90, 2013.
- [2] M. R. Olii *et al.*, “Limbah Kaca sebagai Pengganti sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan,” vol. 11, no. 1, pp. 113–124, 2021.
- [3] A. Suhartini, A. S. S. Gunarti, and A. Hasan, “Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton,” *BENTANG*, vol. 2, no. N0.1, pp. 66–80, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang/article/view/363>.
- [4] A. I. N. Diana, S. Fansuri, and N. Zainah, “Bubuk Limbah Botol Kaca sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton,” *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 27–34, 2021, doi: 10.25139/jprs.v4i1.3519.
- [5] B. Balasubramanian, G. V. T. Gopala Krishna, V. Saraswathy, and K. Srinivasan, “Experimental investigation on concrete partially replaced with waste glass powder and waste E-plastic,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 278, p. 122400, 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.122400.
- [6] A. W. Otunyo and B. N. Okechukwu, “Performance of concrete with partial replacement of fine aggregates with crushed waste glass,” *Niger. J. Technol.*, vol. 36, no. 2, p. 403, 2017, doi: 10.4314/njt.v36i2.12.
- [7] N. Tamanna, R. Tuladhar, and N. Sivakugan, “Performance of recycled waste glass sand as partial replacement of sand in concrete,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 239, p. 117804, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117804.
- [8] G. M. S. Islam, M. H. Rahman, and N. Kazi, “Waste glass powder as partial replacement of cement for sustainable concrete practice,” *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2017, doi: 10.1016/j.ijbe.2016.10.005.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2493-2011: Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium,” *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 23, 2011, [Online]. Available: www.bsn.go.id.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,” *SNI 1974-2011*, p. 20, 2011.
- [11] Badan Standar Nasional Indonesia, “SNI 1972:2008 tentang Cara Uji Slum Beton,” no. 1. p. 6684, 2008.

Halaman ini sengaja dikosongkan