

PENAMBAHAN SERAT KAIN LIMBAH KONVEKSI DAN PECAHAN KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON

Iata Nur Kholis¹, Dwi Sat Agus Yuwana², Fajar Susilowati³

¹) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

²) Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

³) Tenaga Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Supratman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email: noon.kholles1997@gmail.com¹, dwisatagus@untidar.ac.id²,

fajar.susilowati@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Pertumbuhan yang pesat di Indonesia mengakibatkan permintaan akan bahan bangunan. Beton campuran merupakan salah satu kemungkinan sebagai bahan konstruksi dalam pembangunan suatu bangunan, dimana beton itu sendiri merupakan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat kasar dan halus, semen dan pengikat air. Dalam penelitian beton, campuran beton dengan material sisa dan pecahan kaca sering digunakan sebagai bahan tambahan pada agregat halus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penambahan agregat baru dengan kekuatan tekan dan kekuatan lentur tertinggi pada beton. Variasi penambahan gerabah ke debu dan pecahan kaca ini menggunakan metode uji eksperimental komparatif dengan mengumpulkan data dari beberapa sampel dan pengujian selanjutnya. Pengujian ini mengacu pada SNI 1974-2011 untuk pengujian kekuatan tekan dan SNI 4431-2011 untuk pengujian kekuatan lentur. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang. Kekuatan tekan normal beton yang diperoleh sebesar 10.641 MPa dan kekuatan lentur normal yang diperoleh sebesar 2.028 MPa. Dengan penambahan campuran agregat baru, kekuatan tekan beton maksimum sebesar 15.592 MPa dan kekuatan lentur maksimum beton sebesar 4.495 MPa, dengan persentase kenaikan debu sebesar 6% dan kaca sebesar 9%. Penggunaan campuran limbah konveksi debu dan pecahan kaca dapat meningkatkan kekuatan tekan dan kekuatan lentur beton dengan metode yang sesuai.

Kata kunci: Beton, Kekuatan tekan, Kekuatan lentur, Limbah Kaca, Limbah Kain

ABSTRACT

Rapid growth in Indonesia has resulted in demand for building materials. Mixed concrete is one of the possibilities as a construction material in the construction of a building, where the concrete itself is a composite building made of a combination of coarse aggregate and fine aggregate, a binder in the form of cement and water. In concrete research, mixed concrete is often used, using a powdered additive material and broken glass as a fine aggregate. The aim of this study was to determine the additional percentage of new aggregate with the highest compressive and flexural strength in concrete. In addition to the aggregate of dust and glass fragments, this innovation uses an experimental method for comparative testing by collecting data from multiple samples and subsequent testing. This test refers to SNI 1974-2011 for the compressive strength test and SNI 4431-2011 for the flexural strength test. This test was performed at the Laboratory of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Tidar Magelang University. The normal compressive strength of concrete obtained is 10,641 MPa, while the normal flexural strength is 2,028 MPa. The addition of a new aggregate mixture achieved a maximum compressive strength of 15,592 MPa and a maximum flexural strength of 4,495 MPa, with a percentage increase of 6% dust and 9% glass. The use of a mixture of residual waste from convection dust and broken glass can increase the compressive and flexural strength of concrete when applied correctly.

Keywords: Concrete, Compressive Strength, Bending Strength, Glass Waste, Fabric Waste

PENDAHULUAN

Pesatnya pembangunan di Indonesia mengakibatkan keperluan material bangunan semakin bertambah. Material dapat berupa batu bata, beton atau lainnya. Campuran beton bisa berupa *portland cement*, agregat halus, agregat kasar, dan juga air. Beton sendiri dapat menjadi alternatif struktur bangunan. Beton banyak digemari karena mempunyai keunggulan daripada komponen lain, seperti mudah dilakukan pembentukan, kuat yang bagus, bahan dasar yang mudah ditemukan, tahan api dan tidak mengalami proses dekomposisi (Pane, F., dkk, 2015).

Banyak orang yang tidak menyadari bahwa sisa limbah konveksi bisa bermanfaat menjadi material tambahan dalam campuran beton, sehingga limbah tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut mengakibatkan rusaknya ekosistem pada lingkungan, padahal limbah tekstil berdampak pada banjir karena dapat menyumbat aliran air di sungai. Limbah dapat diartikan sebagai sisa pabrik dari produksi ke pengolahan maupun usaha kecil dalam bentuk sampah atau sebaliknya. Bagi masyarakat yang belum memahami cara membuangnya, sampah seringkali dianggap sebagai produk yang tidak dapat digunakan kembali (Soliha, D., H., 2016). Limbah konveksi yang dianggap sebagai produk yang tidak layak pakai dapat menimbulkan stigma di masyarakat sekitar bahwa limbah konveksi merupakan limbah yang tidak dapat didaur ulang, selain limbah konveksi, limbah kaca dapat dimanfaatkan kembali menjadi material lain produksi beton segar. Limbah kaca seringkali diketahui berbahaya sebab tajam serta rapuh, sehingga dikhawatirkan akan merugikan orang yang menginjaknya, dan juga termasuk limbah padat yang tidak mudah terurai di lingkungan (Mulyadi, A., Diawarman, & Ricih, 2018). Limbah kaca semakin bertambah diakibatkan ulah manusia yang menggunakan produk dari bahan kaca, hal tersebut jelas berdampak pada lingkungan, hingga kaca atau sampah alam yang sulit didaur ulang. Ternyata sampah ini dapat didaur ulang menjadi bahan yang dapat digunakan dan lebih ramah lingkungan dengan kreativitas pengolahan sampah sehingga dapat dimanfaatkan kembali. Inisiatif dan kreativitas sekecil apapun, produk tersebut bisa dikelola menjadi barang dengan harga penjualan yang relatif tinggi dan bermanfaat bagi pengembangan ekonomi masyarakat sekitar. Kreativitas dapat diterjemahkan

sebagai keahlian dalam pengembangan pemikiran untuk merencanakan suatu persoalan serta memecahkannya dalam rangka mencari solusi. Kreativitas adalah ide atau cara menghasilkan atau membuat suatu karya dalam bentuk karya material, misalnya berupa campuran sekam padi atau bahan tambahan pada semen atau pasir, ada juga yang menggunakan bahan pengganti kerikil daur ulang dalam produksi beton, serta penambahan bahan tambahan lainnya seperti campuran kerikil dan pasir bahkan semen.

Latar belakang tersebut membuat penulis untuk meneliti penggunaan limbah kain sisa konveksi dan limbah kaca di sekitar Magelang sebagai bahan tambah untuk campuran beton. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan campuran limbah konveksi dan limbah kaca sebagai bahan aditif pada campuran beton berupa pasir ramah lingkungan dengan kekuatan tekan dan kekuatan lentur yang baik, memiliki manfaat besar bagi lingkungan sekitar dan mengurangi angka pencemaran lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA, LANDASAN TEORI

Penelitian terdahulu, hasil kekuatan lentur yang diperoleh, peningkatan kekuatan lentur rata-rata pada balok cenderung kecil, dengan hasil kekuatan lentur 1,59 MPa pada variasi 0,75 % (Mahendra, D., A., I., & Yogie, Risdianto, 2019). Penelitian berikutnya dilakukan untuk mendapatkan kekuatan tekan optimal beton sisa bangunan pada varian 20% *fly ash* dan 5% bubuk kaca hingga 16,93 MPa. (Punusingon, M., A., dkk, 2019).

Penelitian ini merupakan uji eksperimen untuk mencari variasi prosentase campuran beton silinder dan balok yang terbaik berdasarkan SNI 03-2834-2000 untuk merencanakan campuran sebuah beton.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah prosedur sistematis agar menghasilkan berupa pengetahuan ilmiah melalui penelitian yang dapat diteliti. Teknik yang hendak dipakai pada penelitian ini yakni melakukan eksperimental pengujian perbandingan menggunakan limbah kain sisa konveksi dan pecahan kaca. Kain sisa (perca) ini sebelumnya dibakar dan diambil abu sisa pembakarannya dan dihancurkan sehingga membentuk seperti butiran pasir, selanjutnya untuk kaca dihancurkan menyesuaikan bentuk pasir.

Setelah mendapatkan campuran yang dibutuhkan, masukan beton ke dalam cetakan beton silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, dilanjutkan dengan cetakan balok beton dengan lebar 15 cm, panjang 15 cm dan panjang 60 cm, beton tercetak dibiarkan mengering terlebih dahulu kemudian direndam dalam air untuk perawatan dan perlakuan benda uji sampai dengan umur 28 hari. Pengujian kekuatan tekan dan kekuatan lentur beton dilaksanakan ketika benda percobaan berusia 28 hari. Pelaksanaan uji pada beton segar yaitu pada permukaan silinder dan balok dengan menambahkan campuran beton pada benda uji. Beton yang sudah diangkat dari perendaman selanjutnya di bagian atas dilapisi semen atau belerang agar bagian permukaan terlihat rata saat pengujian.

Perbedaan *compositions* campuran yang digunakan terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Perbandingan Kadar Campuran pada Beton Bentuk Silinder

Perbandingan Kadar Campuran						
No	Semen	Pasir	Kerikil	Serbuk Kaca (%)	Serbuk Kain (%)	Jumlah
1	1	2	3	0	0	3
2	1	2	3	3	2	3
3	1	2	3	6	4	3
4	1	2	3	9	6	3
5	1	2	3	12	8	3
6	1	2	3	15	10	3
Total Benda Uji						18

Tabel 2 Perbandingan Kadar Campuran pada Beton Bentuk Balok

Perbandingan Kadar Campuran						
No	Semen	Pasir	Kerikil	Serbuk Kaca (%)	Serbuk Kain (%)	Jumlah
1	1	2	3	0	0	3
2	1	2	3	3	2	2
3	1	2	3	6	4	2
4	1	2	3	9	6	2
5	1	2	3	12	8	2
6	1	2	3	15	10	2
Total Benda Uji						13

A. Alat dan Bahan

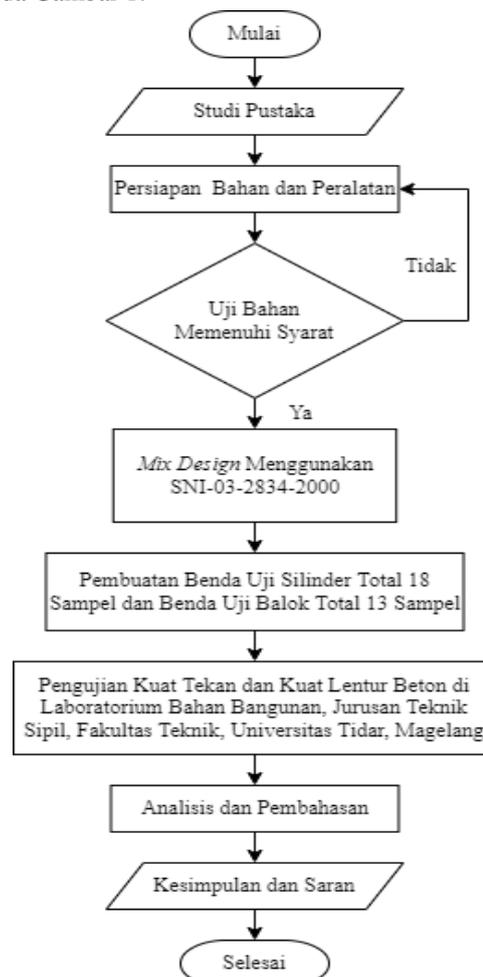
Alat yang digunakan diantaranya cetakan beton silinder dan balok, alat uji slump, pan baca, mixer beton, penggaris, timbangan, dan tongkat penusuk.

Bahan sebagai pembuatan beton silinder dan balok, yaitu: kerikil, pasir, semen *portland*, air, kain sisa konveksi dan pecahan kaca.

B. Diagram Alir

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Material dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas

Tidar. Tahapan penelitian dipertunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pengujian yang dilakukan untuk beton silinder dan balok beton adalah kekuatan tekan dan kekuatan lentur beton. Tahapan yang dilakukan dalam tes, dll adalah sebagai berikut:

C. Pengujian Kuat tekan

Tahapan pengujian kekuatan tekan antara lain, yaitu:

1. Menyiapkan benda uji yang akan diuji berdiameter 15 cm x 30 cm;
2. Menimbang benda uji dan mengukur dimensinya;
3. Memasang benda uji pada mesin uji *Compression Testing Machine*;
4. Mengoperasikan mesin *Compression Testing Machine*;
5. Mengamati pembacaan beban pada mesin *Compression Testing Machine* sampai beban maksimum,

6. Matikan mesin setelah mencapai beban maksimum, lalu kembali normal.
7. Mencatat berapa beban maksimumnya.

D. Pengujian Kuat lentur

Tahapan pengujian kekuatan lentur antara lain, yaitu:

1. Menyiapkan benda uji dengan total benda yang sudah dipersiapkan;
2. Menimbang benda percobaan dan mengukur dimensinya;
3. Memasang benda uji pada mesin uji *Compression Testing Machine*;
4. Mengoprasikan mesin *Compression Testing Machine*;
5. Mengamati pembacaan beban pada mesin *Compression Testing Machine* sampai beban maksimum,
6. Mematikan mesin desak, setelah mencapai beban maksimum, lalu kembali normal.
7. Mencatat berapa beban maksimumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan menggunakan benda uji *interlock* yang telah dipotong dengan dimensi 15×15×15 dengan umur bata 28 hari. Hasil penelitian mengenai variasi komposisi bata *interlock* ringan dianalisis berdasarkan pengujian yang dilakukan, antara lain sebagai berikut.

A. Hasil Pengujian Gradasi

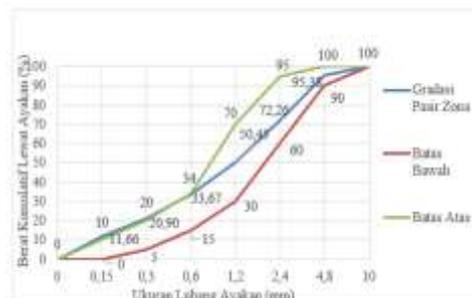
1. Gradasi pasir kain

Tabel 3 Gradasi Pasir Kain

HASIL PENGUJIAN				
LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL		BERAT TERTINGGAL KUMULATIF (%)	BERAT KUMULATIF LEWAT AYAKAN (%)
	(gr)	(%)		
4,75	4,6	4,62	4,62	95,38
2,36	23	23,12	27,74	72,26
1,18	21,7	21,81	49,55	50,45
0,60	16,7	16,78	66,33	33,67
0,30	12,7	12,76	79,10	20,90
0,15	9,2	9,25	88,34	11,66
SISA	11,6	11,66	-	-
JUMLAH	99,5	100	315,68	284,32
Modulus Halus Butir (MHB) pasir (kain)				3,16

Hasil pemeriksaan pengawasan pengujian gradasi agregat halus campuran beton masuk pada zona I pada tipe pasir kasar. Modulus halus butiran pasir sekitar 1,5 - 3,8. Modulus halus butiran yang didapatkan dalam pengujian gradasi agregat

halus didapat nilai sebanyak 3,16 yang bisa dikatakan bila pasir yang dipakai melengkapi standar yang sudah ditentukan serta baik dipakai guna campuran beton. Grafik gradasi pasir kain dapat dilihat pada Gambar 2.



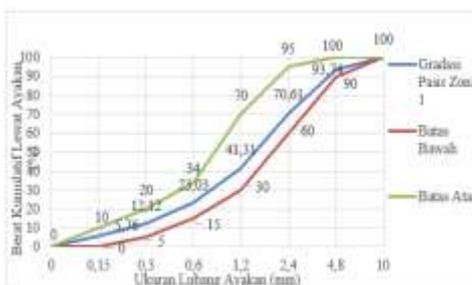
Gambar 2 Grafik gradasi pasir kain

2. Gradasi pasir kaca

Tabel 4 Gradasi Pasir Kaca

HASIL PENGUJIAN				
LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL		BERAT KUMULATIF (%)	BERAT KUMULATIF LEWAT AYAKAN (%)
	(gr)	(%)		
4,75	6,2	6,26	6,26	93,74
2,36	22,9	23,13	29,39	70,61
1,18	29	29,29	58,69	41,31
0,60	18,1	18,28	76,97	23,03
0,30	10,8	10,91	87,88	12,12
0,15	6,3	6,36	94,24	5,76
SISA	5,7	5,76	-	-
JUMLAH	99	100	353,43	246,57
Modulus Halus Butir (MHB) Pasir (Kaca)				3,53

Hasil pemeriksaan pengawasan pengujian gradasi agregat halus campuran beton masuk pada zona I pada tipe pasir kasar. Modulus halus butiran pasir sekitar 1,5 - 3,8. Modulus halus butiran yang didapatkan dalam pengujian gradasi agregat halus didapat nilai sebanyak 3,53 yang bisa dikatakan bila pasir yang dipakai melengkapi standar yang sudah ditentukan serta baik dipakai guna campuran beton. Grafik gradasi pasir kain dapat terlihat pada Gambar 3.



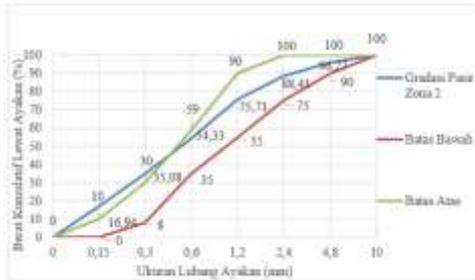
Gambar 3 Grafik gradasi pasir kaca

3. Gradasi pasir

Tabel 4 Gradasi Pasir

LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL		BERAT KUMULATIF (%)	BERAT KUMULATIF LEWAT AYAKAN (%)
	(gr)	(%)		
4,75	3,7	3,73	3,73	96,27
2,36	7,8	7,86	11,59	88,41
1,18	12,6	12,70	24,29	75,71
0,60	21,2	21,37	45,67	54,33
0,30	19,1	19,25	64,92	35,08
0,15	18	18,15	83,06	16,94
SISA	16,8	16,94	-	-
JUMLAH	99,2	100	233,27	366,73
Modulus Halus Batu (MHB) Pasir				2,33

Hasil penelitian dilakukan pada uji gradasi halus mortar beton yang dimasukkan ke dalam zona II jenis pasir sedang-kasar. Modulus halus butiran pasir berkisar antara 1,5 hingga 3,8. Modulus butiran halus yang diperoleh pada uji gradasi agregat halus diperoleh dengan nilai 2,33 yang dapat dikatakan jika pasir yang digunakan memenuhi standar yang telah dipaskan dan layak dipergunakan dalam pencampuran beton. Grafik gradasi debu ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik gradasi pasir

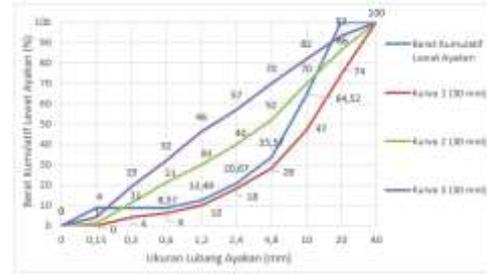
4. Gradasi kerikil

Tabel 5 Gradasi kerikil

LUBANG AYAKAN (mm)	BERAT TERTINGGAL		BERAT KUMULATIF (%)	BERAT KUMULATIF LEWAT AYAKAN (%)
	(gr)	(%)		
19,00	0	0,00	0,00	100,00
9,50	35,2	35,48	35,48	64,52
4,75	30,7	30,95	66,43	33,57
2,36	12,8	12,90	79,33	20,67
1,18	8,2	8,27	87,60	12,40
0,60	4	4,03	91,63	8,37
0,30	0	0,00	91,63	8,37
0,15	0	0,00	91,63	8,37
SISA	8,3	8,37	-	-
JUMLAH	99,2	100,000	543,75	256,25
Modulus Halus Batu (MHB) Kerikil				5,44

Persyaratan agregat kasar atau kerikil untuk menghasilkan beton K225 menurut SNI 03-0284-2000, kerikil yang digunakan berukuran maksimum 40 mm, pada penelitian ini digunakan agregat kerikil ukuran 30 mm, sehingga dapat dilihat pada Tabel 4.13. Bahwa agregat tidak tertahan disemua lubang ayakan atau agregat yang digunakan bervariasi. Modulus halus agregat sekitar 5,0-8,0. Hasil penelitian kali ini menunjukkan mhb kerikil sebesar 5,44

sehingga kerikil layak digunakan. Grafik gradasi pasir kain dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik gradasi kerikil

B. Hasil Pengujian Slump

Hasil pengujian slump dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengujian Slump

SILINDER			
No	Variasi agregat pasir kain dan kaca (%)	Slump (cm)	Keterangan
1	10% kain dan 15% kaca	12	Ok
2	8% kain dan 12% kaca	10	Ok
3	6% kain dan 9% kaca	10	Ok
4	4% kain dan 6% kaca	13	Ok
5	2% kain dan 3% kaca	12	Ok

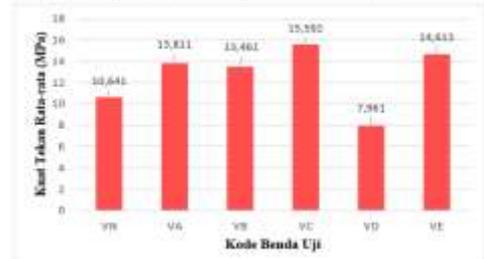
BALOK			
No	Variasi agregat pasir kain dan kaca (%)	Slump (cm)	Keterangan
1	10% kain dan 15% kaca	10	Ok
2	8% kain dan 12% kaca	13	Ok
3	6% kain dan 9% kaca	11	Ok
4	4% kain dan 6% kaca	12	Ok
5	2% kain dan 3% kaca	12	Ok

C. Hasil Pengujian Kekuatan tekan Beton

Hasil uji kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	VN1	28	11,76	207155,67	17,723	10,641
2	VN2	28	11,88	158720,65	13,382	
3	VN3	28	11,72	198319,88	16,921	
4	VA1	28	11,46	24408,35	2,1265	13,811
5	VA2	28	11,48	234288,28	20,401	
6	VA3	28	12,10	273075,98	22,563	
7	VB1	28	11,53	160593,70	13,928	13,401
8	VB2	28	11,73	222189,27	19,017	
9	VB3	28	12,08	311272,88	25,751	
10	VC1	28	11,87	286599,35	24,148	15,592
11	VC2	28	12,07	338929,22	28,061	
12	VC3	28	12,06	301338,74	25,058	
13	VD1	28	11,96	91241,070	7,626	7,961
14	VD2	28	11,58	147864,67	12,730	
15	VD3	28	12,27	182903,83	15,315	
16	VE1	28	12,18	250020,54	20,532	14,613
17	VE2	28	12,10	252276,91	20,850	
18	VE3	28	12,16	264573,61	22,172	



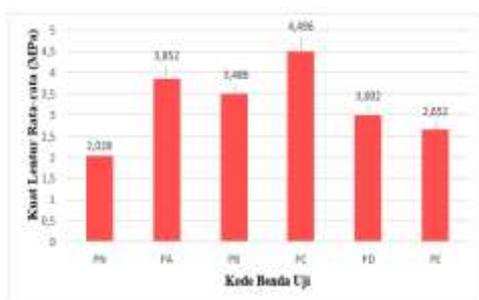
Gambar 6 Nilai rerata kekuatan tekan setiap variasi

D. Hasil Pengujian Kekuatan lentur Beton

Hasil uji kekuatan lentur beton dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Pengujian Kuat lentur Beton

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Beban lentur P1	Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	PN1	28	31,12	16725	2,231	2,028
2	PN2	28	30,62	15375	2,052	
3	PN3	28	30,95	13500	1,801	
4	PA1	28	31,37	29100	3,882	3,852
5	PA2	28	31,60	28650	3,821	
6	PB1	28	31,81	25050	3,341	3,486
7	PB2	28	31,49	27225	3,632	
8	PC1	28	31,53	34655	4,622	4,496
9	PC2	28	31,44	32783	4,371	
10	PD1	28	30,43	21975	2,933	3,002
11	PD2	28	31,34	23025	3,072	
12	PE1	28	31,27	21000	2,801	2,652
13	PE2	28	31,53	18750	2,502	



Gambar 7 Nilai rerata kekuatan lentur Setiap variasi

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yakni beton normal tanpa campuran limbah kain sisa konveksi dan pecahan kaca menghasilkan kekuatan tekan tertinggi yaitu 10,641 MPa, dan kekuatan lentur tertinggi 2,028 MPa, setelah melakukan dengan menambahkan campuran agregat baru didapatkan kekuatan tekan serta kekuatan lentur beton terbesar adalah pada variasi beton dengan perbandingan kadar campuran 6% kain dan 9% kaca dijadikan pncambah pada agregat halus menghasilkan kekuatan tekan tertinggi 15,592 MPa, dan untuk kekuatan lentur tertinggi yaitu 4,495 MPa. Penggunaan campuran limbah kain sisa konveksi dan pecahan kaca dapat menaikkan kekuatan tekan dan kekuatan lentur pada sebuah beton, dilihat dari beton normal tanpa campuran kekuatan tekan dan kekuatan lenturnya lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, A., I., N., dkk, 2021, Bubuk Limbah Botol sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton. *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 27-34.
- Mahendra, D., A., I., & Yogie, Risdianto, 2019, Pemanfaatan Serat Rami terhadap Kekuatan tekan dan Kekuatan lentur pada Pembuatan Panel Beton Ringan Menggunakan *Eafs (Electric Arc Furnace Slag)* sebagai Substitusi Pasir. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya*, 2-7.
- Mulyadi, A., Diawarman, & Ricih, 2018, Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Pecahan Kaca Terhadap Campuran Beton Mutu K-175. *Jurnal Teknik Sipil 8(1)*, 6-12.
- Pane, F., P., dkk, 2015, Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kekuatan tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 313-321.
- Punusingon, M., A., dkk, 2019, Uji Eksperimental Kekuatan tekan Beton Daur Ulang dengan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Serbuk Kaca sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 57-66.
- Soliha, D., H., 2016, Eksplorasi Limbah Konveksi Cigondewah dengan Teknik Ikat Celup dan Aplikasi Imbuh. *e-Proceeding of Art & Design*, 219-233.