

PENGARUH PEMANFAATAN KAIN PERCA SEBAGAI PENGUAT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL

Tita Gusni Mareta¹, Sugeng Riyanto²

Mahasiswa Progam Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang²

Email : titaqusni03@gmail.com¹, sugeng.riyanto@polinema.ac.id²

ABSTRAK

Fast fashion menghasilkan limbah kain yang mencemari lingkungan. Untuk mengurangi dampaknya, limbah kain perca polyester dimanfaatkan sebagai serat tambahan dalam beton. Serat ini membantu meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan retak, dan daya tahan beton, sekaligus mengurangi limbah tekstil dan dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini menggunakan limbah kain perca polyester sebesar 0%, 1,5%, 3%, dan 4,5% sebagai substitusi agregat kasar dalam beton. Serat kain berfungsi memperkuat campuran, dan pengujian laboratorium dilakukan untuk menilai pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Penelitian dengan metode mix design SNI 03-2834-2000 menunjukkan bahwa substitusi 1,5% serat kain perca menghasilkan penurunan kekuatan beton paling kecil. Kuat tekan menurun menjadi 60–72% dan kuat tarik belah turun 28% dari beton normal. Meski terjadi penurunan, penggunaan kain perca lebih ekonomis, menghemat sekitar 3% biaya. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa substitusi kain perca berpotensi dapat digunakan sebagai bahan substitusi ramah lingkungan dalam beton, namun dengan batas optimal penggunaannya dibawah 1,5% untuk menjamin kinerja struktur beton.

Kata kunci : beton normal; kain perca; mix design; kuat tekan beton; kuat tarik belah beton.

ABSTRACT

Fast fashion produces fabric waste that pollutes the environment. To reduce its impact, polyester patchwork fabric waste is utilized as an additional fiber in concrete. This fiber helps improve the tensile strength, crack resistance, and durability of concrete, while also reducing textile waste and its negative environmental effects. This study used polyester patchwork fabric waste at variations of 0%, 1.5%, 3%, and 4.5% as a substitute for coarse aggregate in concrete. The fabric fibers function to strengthen the mix, and laboratory tests were conducted to assess their effect on compressive strength and split tensile strength of concrete. The study, using the mix design method according to SNI 03-2834-2000, showed that a 1.5% substitution of patchwork fabric fibers resulted in the smallest reduction in concrete strength. The compressive strength decreased to 60–72%, and the split tensile strength decreased by 28% compared to normal concrete. Despite the reduction in strength, the use of patchwork fabric is more economical, saving approximately 3% of the cost. From this study, it can be concluded that the substitution of patchwork fabric has potential as an environmentally friendly substitute material in concrete, but with an optimal usage limit below 1.5% to ensure the structural performance of the concrete.

Keywords: normal concrete; patchwork fabric; mix design; concrete compressive strength; concrete split tensile strength.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia fashion yang pesat memicu peningkatan produksi sandang dan menyebabkan timbulnya limbah kain dari industri konveksi. Fast fashion menjadi penyumbang besar polusi lingkungan seperti air, tanah, dan udara, sehingga perlu solusi pengelolaan limbah yang inovatif, salah satunya dengan memanfaatkan limbah kain perca sebagai campuran beton. Beton adalah bahan konstruksi buatan yang terbentuk dari campuran semen,

agregat halus, agregat kasar, dan air. Setelah proses pencampuran dan pengecoran, beton akan mengeras dan mampu menahan beban struktural (Winarno, 2021).

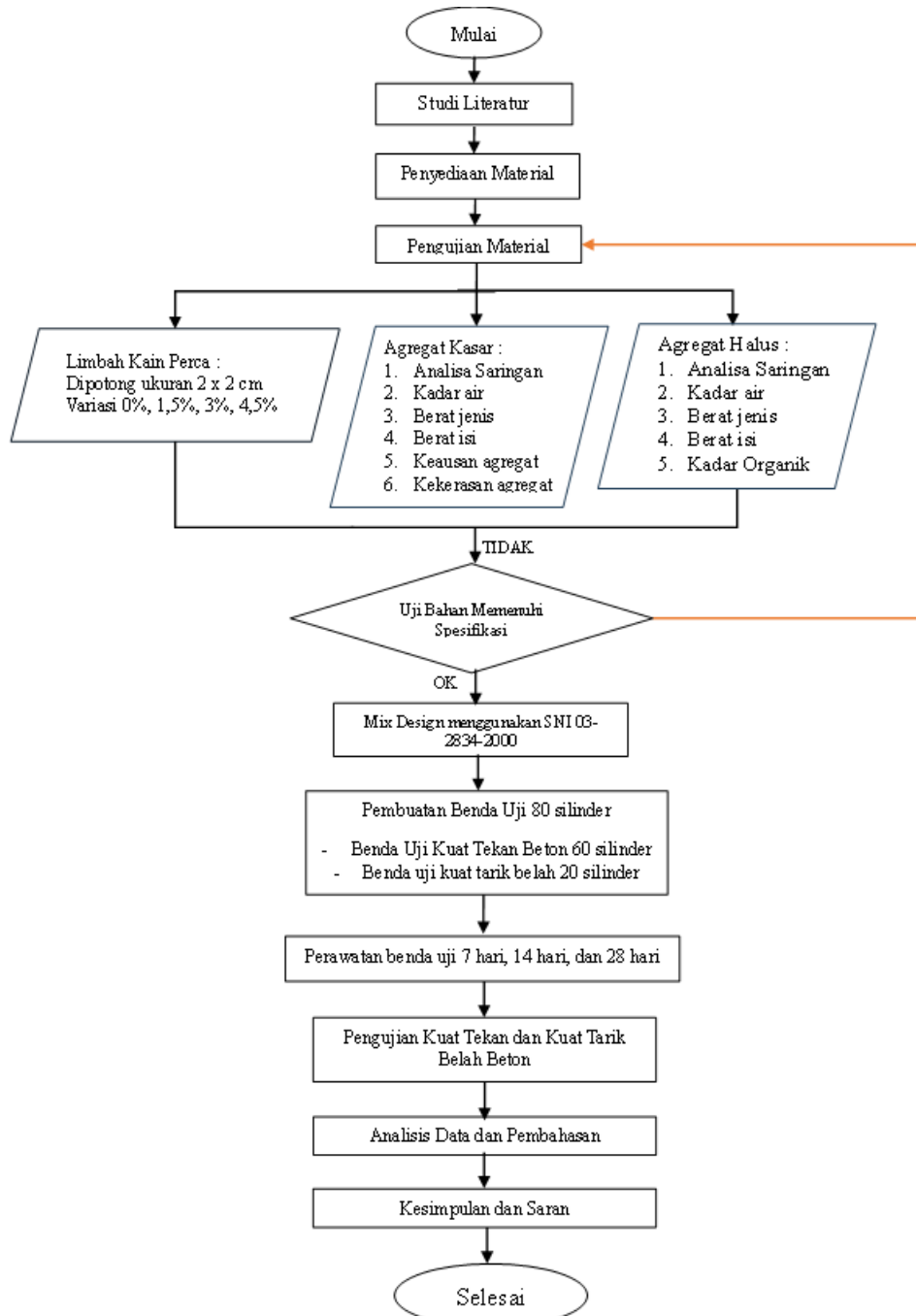
Penelitian ini memanfaatkan limbah kain perca sebagai bahan tambah serat dalam beton untuk meningkatkan kekuatannya. Kain perca dianggap alternatif yang lebih murah dan mudah diperoleh dibanding serat komersial.

Variasi komposisi yang digunakan yaitu 0%, 1,5%, 3%, dan 4,5% dari berat agregat kasar.

2. METODE

Penelitian ini mengadopsi metode eskperimental. Tahapan pengumpulan dan pengolahan data diawali dengan studi literatur yang mencakup data primer dan sekunder.

Setelah perolehan data, menyiapkan dan menguji material dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Malang Selanjutnya melakukan Mix Design yang mengacu pada SNI 03-2834-2000 dan pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian Kuat Tekan sampai Kuat Tarik, dijelaskan lebih lanjut melalui bagan alir prosedur analisis yang disajikan pada **Gambar 1**



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

Dasar Peraturan Perencanaan

Perencanaan suatu bangunan harus mematuhi serangkaian pedoman, batasan, dan aturan yang ketat. Dalam skripsi ini, pedoman-pedoman yang digunakan meliputi:

1. SNI 03-2461-1991 (Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar)
2. SNI 1971:201 (Cara Uji Kadar Air Total Agregat Halus dan Kasar)
3. SNI 03-1970-2008 (Pengujian Berat Jenis Agregat Halus)
4. SNI 1969:2016 (Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar)
5. ASTM C-9-71 (Pengujian Berat Isi Agregat Halus dan Kasar)
6. SNI 03-2816-1992 (Pengujian Kadar Organik)
7. SNI 2417:2008 (Pengujian Keuasan Agregat)
8. SNI 7619:2012 (Metode Uji Penentuan Persentase Butir Pecah Atau Kekerasan Pada Agregat Kasar)
9. Pengujian Kuat Tekan mengacu SNI 1974-2011 dengan persamaan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan benda uji beton (MPa)

P = Besar beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

10. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton mengacu SNI 2491-2014 dengan persamaan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \times L \times D} \quad (2)$$

Keterangan :

f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimum benda uji retak (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Mix Design

Dalam penelitian ini perencanaan pembuatan campuran beton atau *mix design* mengacu berdasarkan SNI 03 – 2834 – 2000, dengan kuat tekan rencana ($f'c$) adalah 22,5 MPa. Berikut ini merupakan perencanaan campuran untuk membuat 20 benda uji silinder setiap variasi dengan variasi 0%; 1,5%; 3%; 4,5% dengan perawatan benda uji selama 7, 14, dan 28 hari. Dengan total benda uji yang dibuat adalah 80 benda uji silinder.

Tabel 1 Beton Normal

Campuran Beton Normal

Sampel	Semen (kg)	Air (kg)	Agg Halus (kg)	Agg Kasar (kg)
Per m^3	394.23	204.97	778.76	1075.35
1	2.09	1.09	4.13	5.70
20	41.80	21.80	82.60	114.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2 Beton Normal + Kain Perca 1.5%

Untuk Benda Uji Beton Normal + Campuran Kain Perca 1.5%

Sampel	Semen (kg)	Air (kg)	Agg Halus (kg)	Agg Kasar (kg)	Kain Perca
Per m^3	394.23	204.97	778.76	1059.24	16.13
1	2.09	1.09	4.13	5.61	0.085
20	41.80	21.80	82.60	112.29	1.71

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3 Beton Normal + Kain Perca 3%

Untuk Benda Uji Beton Normal + Campuran Kain Perca 3.0%

Sampel	Semen (kg)	Air (kg)	Agg Halus (kg)	Agg Kasar (kg)	Kain Perca
Per m^3	394.23	204.97	778.76	1043.11	32.26
1	2.09	1.09	4.13	5.53	0.171
20	41.80	21.80	82.60	110.58	3.42

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4 Beton Normal + Kain Perca 4.5%

Untuk Benda Uji Beton Normal + Campuran Kain Perca 4.5%

Sampel	Semen (kg)	Air (kg)	Agg Halus (kg)	Agg Kasar (kg)	Kain Perca
Per m^3	394.23	204.97	778.76	1026.98	48.39
1	2.09	1.09	4.13	5.44	0.256
20	41.80	21.80	82.60	108.87	5.13

Sumber : Hasil Perhitungan

B. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat

1. Analisis Saringan Agregat Halus

Pengujian sifat fisik agregat halus Adalah serangkaian uji laboratorium untuk mengetahui karakteristik utama pasir Lumajang sebagai material campuran beton atau konstruksi lain. Pengujian yang dilakukan berupa analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat isi pasir dan kadar organik agregat halus.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Agregat Halus

Uraian	Sat.	Hasil	Referensi	Standar	Ket.
Analisa Saringan	-	(Zona 2)	SNI-03-2834-2000	-	OK
Modulus kehalusan	%	2,59	SNI-03-2461-1991	1,5 – 3,8%	OK
Kadar Air	%	2,24	SNI 1971:2011	2 – 8%	OK
Berat Jenis Kering	gr/cm ³	2,62	SNI 03-1970-2008	2,50 – 2,90	OK
Berat Jenis SSD	gr/cm ³	2,66	SNI 03-1970-2008	2,60 – 3,00	OK
Berat Jenis Semu	gr/cm ³	2,73	SNI 03-1970-2008	2,50 – 2,90	OK
Penyerapan	%	1,55	SNI 03-1970-2008	Max 3%	OK
Berat Isi Lepas	gr/cm ³	1,45	ASTM C-29-71	1,4 – 1,8	OK
Berat Isi ditumbuk	gr/cm ³	1,61	ASTM C-29-71	1,4 – 1,8	OK
Berat Isi digoyang	gr/cm ³	1,60	ASTM C-29-71	1,4 – 1,8	OK
Kadar Organik	Warna	Grid 1	SNI 03-2816-2014	Bening	OK

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Bahan

2. Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian sifat fisik agregat kasar adalah serangkaian uji laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik agregat kasar Kerikil Pasuruan sebagai bahan konstruksi, terutama untuk campuran beton atau pekerjaan lainnya. Agregat kasar adalah material dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm (saringan No.4). Pengujian yang dilakukan berupa analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat isi kerikil, keausan agregat dan kekerasan agregat kasar. Berikut dibawah ini rekapitulasi hasil dari berbagai macam pengujian fisik agregat halus di laboratorium bahan :

Tabel 6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Hasil	Referensi	Standar	Keterangan
Analisa Saringan	-	Ukuran butir 20mm	SNI-03-2834-2000	-	OK
Modulus kehalusan	%	6,75	SNI-03-2461-1991	6,0 – 7,1%	OK
Kadar Air	%	1,27	SNI 1971:2011	0,5 – 3%	OK
Berat Jenis Kering	gr/cm ³	2,97	SNI 1969:2016	2,50 – 2,80	OK
Berat Jenis SSD	gr/cm ³	2,83	SNI 1969:2016	2,60 – 2,90	OK
Berat Jenis Semu	gr/cm ³	2,91	SNI 1969:2016	2,60 – 2,90	OK
Penyerapan	%	1,47	SNI 1969:2016	Max 3%	OK
Berat Isi Lepas	gr/cm ³	1,38	ASTM C-29-71	1,4 – 1,9	OK
Berat Isi ditumbuk	gr/cm ³	1,51	ASTM C-29-71	1,4 – 1,9	OK
Berat Isi digoyang	gr/cm ³	1,53	ASTM C-29-71	1,4 – 1,9	OK
Keausan Agregat	%	18	SNI 2417:2008	Max 30%	OK
Kekerasan Agregat	%	10,91	SNI 7619:2012	<70%	OK

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Bahan

C. Mix Design

perencanaan pembuatan campuran beton atau mix design mengacu berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, dengan kuat tekan rencana (f_c') adalah 22,5 MPa.

Tabel 7 Rekapitulasi Kebutuhan Mix Desain

Sampel	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Kain Perca (kg)	Total
BN	41,80	21,80	82,60	114,00	-	260,20
BN + KP 1,5%	41,80	21,80	82,60	112,20	1,80	258,49
BN + KP 3%	41,80	21,80	82,60	110,60	3,40	256,78
BN + KP 4,5%	41,80	21,80	82,60	108,80	5,20	255,07
TOTAL	167,20	87,20	330,40	445,74	10,26	

Sumber : Hasil Perhitungan

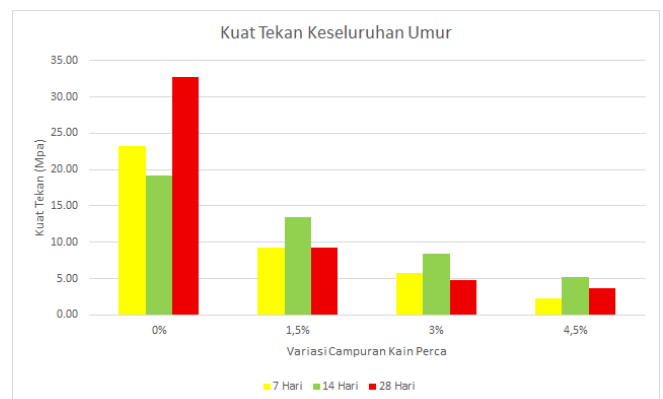
D. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan beton tanpa campuran kain perca atau beton normal 0% menghasilkan nilai kuat tekan paling tinggi yaitu 32,74 MPa pada umur 28 hari, namun pada saat penambahan kain perca 1,5% mengalami penurunan secara drastis yaitu 9,29 MPa pada saat umur 28 hari. Jika dilihat dari segi umur pengujian, untuk variasi 1,5% dengan umur 14 hari menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi 13,50 MPa daripada saat umur 28 hari.

Tabel 8 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton

Umur Beton	Kuat Tekan Variasi Campuran			
	0%	1,5%	3%	4,5%
7 Hari	23,18	9,21	5,79	2,25
14 Hari	19,17	13,50	8,49	5,19
28 Hari	32,74	9,29	4,77	3,75

Sumber : Hasil Perhitungan

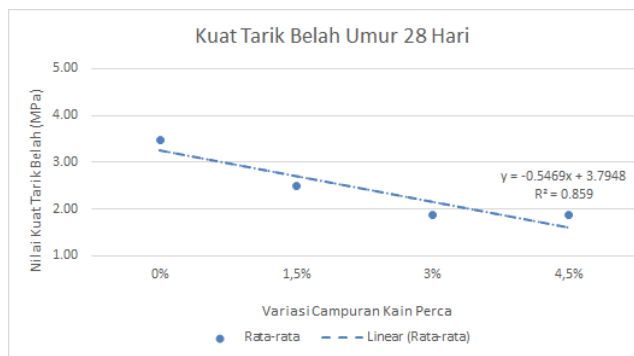


Gambar 2 Grafik Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Kain Perca
Sumber: Hasil Analisis

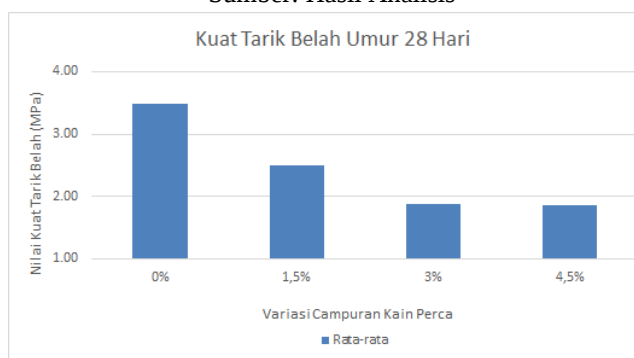
E. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Secara keseluruhan jika dilihat dari grafik beton variasi 1,5% menghasilkan nilai yang lumayan tinggi yaitu 2,49 MPa daripada variasi kain perca tinggi, tetapi tetap terjadi

penurunan dan nilainya tidak bisa sama dengan nilai kuat tekan beton normal 0%. Sedangkan untuk variasi 3% dan 4,5% menghasilkan nilai penurunan yang sama yaitu 1,87 MPa, yang merupakan nilai penurunan secara drastis dari nilai beton normal.



Gambar 3 Grafik Linear Kuat Tarik Belah Beton
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 4 Grafik Batang Hasil Kuat Tarik Belah Beton Uur 28 Hari
Sumber: Hasil Analisis

F. Analisis ANOVA

Analisis ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi kain perca terhadap kuat tekan beton dengan berbagai umur (7, 14, 28 hari) dan terhadap kuat Tarik belah beton pada umur 28 hari. Analisis varian ANOVA yang dilakukan dengan metode 1 arah (*One Way Anova*). Berdasarkan hasil pengujian ANOVA dengan menggunakan *Plugin Analysis Toolpak* di Microsoft Excel diperoleh nilai P-value $> 0,05 = 0,996 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton, berdasarkan hasil pengujian ANOVA diperoleh nilai P-value $> 0,05 = 0,998 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton, berdasarkan hasil pengujian ANOVA diperoleh nilai P-value $> 0,05 = 0,997 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton.

Kuat Tarik Belah Beton

Hasil Anova Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari, berdasarkan hasil pengujian ANOVA diperoleh nilai P-value $> 0,05 = 0,998 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik belah beton.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium bahan menunjukkan bahwa hasil analisis terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan rencana anggaran biaya dengan variasi 0%, 1,5%, 3% dan 4,5% kain perca, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode Mix Design Beton dengan Substitusi Limbah Kain Perca.

Metode perancangan campuran (mix design) beton dalam penelitian ini mengikuti standar SNI 03-2834-2000 dengan penyesuaian terhadap penambahan serat kain perca. Serat kain perca dipotong dengan ukuran 2x2 cm dan dicampurkan ke dalam adukan beton sebagai bahan substitusi terhadap agregat kasar. Substitusi ini dilakukan berdasarkan persentase berat agregat kasar, yaitu 0% (kontrol), 1,5%, 3%, dan 4,5%. Seluruh bahan diukur dan dicampur secara merata untuk menjaga homogenitas beton.

2. Pengaruh Limbah Kain Perca terhadap Kuat Tekan Beton (7, 14, 28 Hari)

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan serat kain perca memberikan peningkatan kekuatan hingga titik tertentu. Pada umur 7 hari, variasi 1,5% menunjukkan peningkatan kuat tekan dibanding beton normal. Umur 14 dan 28 hari menunjukkan bahwa variasi 3% memberikan hasil kuat tekan optimum. Namun, pada variasi 4,5%, terjadi penurunan kuat tekan, diduga akibat distribusi serat yang tidak merata atau over-reinforcement yang mengganggu ikatan antar partikel.

3. Pengaruh Limbah Kain Perca terhadap Kuat Tekan

Pengaruh Limbah Kain Perca terhadap Kuat Tekan Beton (7, 14, 28 Hari), Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa substitusi serat kain perca variasi 1,5% memberikan penurunan kekuatan yang paling sedikit hingga titik tertentu. Pada umur 7 hari, variasi 1,5% menunjukkan hasil penurunan sebesar 9,21 MPa atau 60% kuat tekan terhadap beton normal. Umur 14 hari untuk variasi 1,5% menunjukkan hasil penurunan sebesar 13,50 MPa atau 30% terhadap beton normal. Dan 28 hari menunjukkan bahwa variasi 1,5% memberikan hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 9,29 MPa atau 72% terhadap beton normal. Telah diuji dengan analisis ANOVA bahwa didapatkan hasil untuk kuat tekan 7 hari diperoleh nilai P-value $> 0,05 = 0,996 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke

dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Umur 14 hari diperoleh nilai $P\text{-value} > 0,05 = 0,998 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Umur 28 hari diperoleh nilai $P\text{-value} > 0,05 = 0,997 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton.

4. Pengaruh Limbah Kain Perca terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Pengaruh Limbah Kain Perca terhadap Kuat Tarik Belah Beton (28 Hari). Pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari menunjukkan hasil penurunan seiring penambahan serat, dengan nilai variasi 1,5% menghasilkan penurunan paling sedikit diantara variasi lainnya. Pada umur 28 hari variasi 1,5% menunjukkan hasil penurunan sebesar 2,49 MPa atau 28% dari beton normal, sama halnya pada pengujian kuat tekan variasi 1,5% menunjukkan hasil penurunan yang paling sedikit. Telah diuji dengan analisis ANOVA bahwa didapatkan hasil untuk kuat tarik belah 28 hari diperoleh nilai $P\text{-value} > 0,05 = 0,998 > 0,05$ artinya campuran kain perca ke dalam beton tidak ada pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik belah beton.

5. Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pengujian Dari hasil perhitungan RAB pelaksanaan penelitian, penggunaan limbah kain perca terbukti lebih ekonomis. Karena kain perca merupakan limbah tekstil yang mudah didapat secara gratis atau murah, penggunaan bahan ini dapat menghemat sekitar 3% dari total biaya beton normal. Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah kain perca tidak mampu memberikan target kuat tekan dan tarik belah, namun dari segi biaya dapat memberikan efisiensi biaya.

- [3] Aida, T., & Masagala, A. (2018). Pengaruh Substitusi Limbah Cangkang Telur (Fly Ash) Dengan Persentase 4%, 5%, Dan 6% Dan Kain perca Sebesar 2% Sebagai Bahan Tambah Pada Beton terhadap Kuat Tekan. *Jurnal tekno Sains Seri Teknik Sipil*, Universitas Teknologi Yogyakarta, Vol. 3, No. 1-20.
- [4] Qin, Y., Zhang, X., Chai, J., Xu, Z., & Li, S. (2019). Experimental Study Of Compressive Behavior Of Polypropylene Fiber Reinforced And Polypropylene Fiber Fabric Reinforced Concrete. *Xi'an University Of Technology, China*. No.216-225.
- [5] Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th Edition). Pearson Education Limited. ISBN: 978-0-273-75580-7.
- [6] ASTM International. (2023). *ASTM C150/C150M - Standard Specification for Portland Cement*. ASTM International.
- [7] ASTM C.125-1995:61, *Standard Definition of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*.
- [8] Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology*. Pearson Education.
- [9] ACI Committee 212. (2010). *Report on Chemical Admixtures for Concrete*. American Concrete Institute.
- [10] ASTM C494/C494M-17. *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.
- [11] Suardiningsih, D. (2013). Perbedaan Kain Katun Dengan Poliester Pada Busana Kuliah Ditinjau Dari Aspek Kenyamanan. *Universitas Negeri Semarang*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winarno, E., Juara, A., & Hidayat, T. (2021). *Analisa Substitusi Limbah Karbit Serta Penambahan Serat Limbah Kain Pada Kuat Tekan Beton*. Universitas Sains Al-Quran Wonosobo, Vol. 11, No. 3. Badan Standarisasi Nasional 2019. "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan, SNI 2847-2019". Jakarta : BSN.
- [2] Kholis, I., Yuwana, D., & Susilowati, F. (2022). *Penambahan Serat Kain Limbah Konveksi Dan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*. Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan, Universitas Tidar, e-ISSN:2747-1217. Badan Standarisasi Nasional 2020. "Panduan desain sederhana untuk bangunan beton bertulang, SNI 8900-2020". Jakarta : BSN.