

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Characteristics of Concrete with the Addition of Fabric Waste as Fibers on the Compressive and Flexural Strength of Concrete

Karakteristik Beton Dengan Penambahan Limbah Kain Sebagai Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Beton

Nadjwa Latifha Sari¹, Mustakim², Kasmaida³

^{1,2,3}Program Studi teknik sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

Email korespondensi: Nlatifhaa@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p>Kuat Tekan; Kuat lentur beton; Limbah kain</p>	<p>Limbah mineral, terutama dari kain sintesis, sulit dikelola karena sifatnya yang tidak dapat terurai dan tidak bisa dijadikan kompos. Limbah ini terus menumpuk dan berpotensi merusak lingkungan. Sebagai solusi, dimunculkan ide pemanfaatan limbah kain sebagai bahan campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kuat tekan dan kekakuan beton dengan tambahan limbah kain serta menentukan persentase optimal limbah kain sebagai serat penguat. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen berdasarkan standar SNI-03-2834-2000 di Laboratorium Bahan Struktur Universitas Muhammadiyah Parepare pada Februari hingga Maret 2024. Hasil menunjukkan bahwa pada hari ke-28, penambahan 5% besi meja meningkatkan kuat tekan beton menjadi 9,91 MPa, sedangkan penambahan 10% menurunkan kuat tekan menjadi 0,66 MPa. Penambahan 10% kain katun meningkatkan kuat tekan sebesar 2,23 MPa dan kuat lentur sebesar 3,822 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kain, jika dikombinasikan dengan getaran dan kawat penguat, dapat meningkatkan performa beton. Hasil optimal diperoleh pada campuran 5% bahan boron untuk kuat tekan dan 10% bahan katun untuk kuat lentur, menunjukkan potensi limbah tekstil sebagai komponen efektif dalam campuran beton. Penelitian ini menyoroti manfaat ganda berupa pengurangan limbah dan peningkatan kualitas material, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan serta kemajuan teknologi beton.</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Compressive Strength, Flexural Strength of Concrete, Fabric Waste</p>	<p><i>Mineral waste, particularly from synthetic fabrics, is challenging to manage due to its non-decomposable nature and inability to compost. This waste accumulates, posing environmental risks. As a solution, utilizing fabric waste in concrete mixtures has been proposed. This study aims to evaluate the compressive strength and stiffness of concrete with added fabric waste and identify the optimal percentage of waste as fiber reinforcement. The research employed experimental methods following the SNI-03-2834-2000 standard at the Structural Materials Laboratory, Muhammadiyah University of Parepare, conducted from February to March 2024. Results showed that on the 28th day, adding 5% table iron increased concrete compressive strength to 9.91 MPa, while increasing it to 10% reduced strength to 0.66 MPa. Adding 10% cotton fabric improved compressive strength by 2.23 MPa and flexural strength by 3.822 MPa. The findings suggest that fabric waste, combined with vibration and wire reinforcement, enhances concrete performance. The optimal results were observed with 5% boron material for compressive strength and 10% cotton material for flexural strength, demonstrating the potential of textile waste as an effective concrete mixture component. This study highlights the dual benefits of waste reduction and material enhancement, contributing to environmental sustainability and advancing concrete technology.</i></p>

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan pembangunan infrastruktur di Indonesia, kemajuan baru dalam penggunaan material beton terus bermunculan. Masalah pengadaan sering muncul ketika bahan digunakan dalam beton, dan penambangan untuk mendapatkan bahan produksi beton sering kali menyebabkan kerusakan lingkungan. Pemanfaatan limbah sebagai bahan campuran beton yang ramah lingkungan merupakan solusi untuk mengurangi penggunaan material beton (Jaya, 2022).

Sampah berwujud merupakan sampah anorganik yang sulit dibuang karena sulit terurai dan tidak dapat dibuat kompos. Selain itu, jika tekstil terbuat dari serat sintetis dan bukan serat alami, limbah tekstil akan terus terakumulasi dalam kompos dan tidak menutup kemungkinan bahwa limbah tekstil tersebut akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius (Andani, 2023).

Beton adalah bahan bangunan buatan yang digunakan dalam konstruksi. Bahan diperoleh dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. dengan perbandingan yang solid ini. Setelah pembentukan dan pengecoran, atau pembentukan, campuran material ini mengeras setelah waktu tertentu dan berfungsi untuk menyerap beban struktur (Winarno, 2021).

Adapun kuat tekan beton dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f_c = P/A \quad (1)$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan Beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm²) (BSN, 1974)

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) (Malino et al., 2019). Adapun kuat lentur beton dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_l = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (2)$$

Dimana :

σ_l = kuat lentur benda uji (MPa)

P = beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (Ton)

L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

B = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

Penelitian sebelumnya, khususnya yang dilakukan oleh (Catur et al., 2022) membahas tentang "Pengaruh penambahan ijuk terhadap kuat tekan dan lentur beton." Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap perubahan kadar serat tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton, dan penurunan maksimumnya adalah perubahan serat sebesar 10 Å (kuat tekan normal 20,15 Å). Namun, untuk kekuatan lentur, peningkatan maksimum variasi serat adalah 10%, yang setara dengan 19,77 Å dari kekuatan lentur normal. Berikutnya (Winarno, 2021) "Pengaruh penambahan serat Benlath pada beton serbuk reaktif terhadap kuat lentur". Bendrate Hasil uji kuat tekan sampel silinder dengan kadar serat nol adalah 53,6 MPa, meningkat sebesar 4%. Bila kadar serat Bendrat 0,5% sebesar 55,64 MPa. Hasil uji kuat lentur balok dengan kandungan serat lentur 0 adalah 12,5 MPa, namun dengan kandungan serat lentur 0,5% menjadi 16,67 MPa, meningkat sebesar 33,36%. Oleh karena itu, beton yang mengandung serat lentur 0,5% dapat dikatakan mengalami peningkatan kuat tekan dan lentur. Berdasarkan penelitian (Andani, 2023) "Investigasi kuat tarik tekan dan lentur beton serat kawat bengkok pada variasi sudut yang berbeda". Hasilnya sungguh luar biasa. Nilai kuat tekan beton sebesar 28, 573 MPa,

dan tanpa penambahan kawat lentur maka kuat beton bertambah sebesar 2,62%, dan nilai kuat tarik lentur beton sebesar 8,173 ~ 29 MPa. Meningkatkan kekuatan beton. 16. 974 dalam beton tanpa penambahan kawat lentur. (Maghfira et al., 2024) "Studi Kuat Lentur Beton yang Ditambah Serat Abaka" Hasil pengujian menunjukkan kuat lentur maksimal diperoleh bila kandungan serat abaka 0,6 dan kuat lentur 3,75 MPa . Kuat lentur terendah terdapat pada serat 0.abaca dengan kuat lentur 3,34 MPa.

2. Tinjauan Pustaka

Sisa kain sulit dibuang karena merupakan sampah anorganik yang sulit terurai dan tidak dapat dibuat kompos. Selain itu, jika tekstil tersebut terbuat dari serat sintetis dan bukan serat alami, maka limbah tekstil akan terus menumpuk dan tidak dapat dipungkiri bahwa limbah tekstil tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius (Putra & Noorhidana, 2020).

Limbah kain merupakan salah satu jenis limbah yang sulit diolah karena merupakan limbah anorganik yang tidak mudah terurai sehingga tidak dapat dikompos., terlebih lagi jika kain itu terbuat dari bahan serat sintetis dan bukan serat alami maka limbah kain akan terus menumpuk serta tidak menutup kemungkinan bahwa limbah kain tersebut akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius Penggunaan serat dalam panel beton bertujuan untuk memperbaiki sifat mekaniknya, seperti mencegah retakan, memperkuat struktur, dan meningkatkan ketangguhan. Serat membantu mengontrol pembentukan retakan, mengurangi dampak cacat internal, dan menjembatani celah yang muncul, sehingga meningkatkan daya tahan beton setelah mengalami retakan (Amna et al., 2017).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kain juga berkaitan dengan cara menenun dan kondisi penenunan kain (seperti kain rajutan dan kain tenun), struktur organisasi (seperti tenunan polos, twill, satin, jacquard, dan lain-lain, dan kepadatan benang lusi dan benang pakan. Penggunaan limbah kain untuk serat beton dipilih karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, proses pembuatan serat dari limbah kain yang tidak rumit, dan ketersediaan bambu yang melimpah serta mudah didapatkan. Ini menjadikan limbah kain pilihan yang ekonomis dan efisien untuk memperkuat beton (Risdiyanto & Tobing, 2019)

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen dengan menggunakan standar SNI-03-2834-2000. Ini adalah metode presentasi yang membuktikan apa yang telah Anda pelajari melalui eksperimen. Metode belajar mengajar ini mendorong siswa untuk mengalami atau melakukan sesuatu sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu benda, menganalisisnya, mengumpulkan bukti-bukti, dan memperoleh pengalaman.

Ini memberi Anda kesempatan untuk menarik kesimpulan Anda sendiri tentang proses tersebut. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Program Penelitian Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare Jl. kasus dilakukan kasus dilakukan. Jendral Ahmad Yani 6, Eks Bukit Harapan, Survei akan dilakukan di Solean, Parepare, pada bulan Februari hingga Maret 2024.

Bahan yang digunakan selama penelitian antara lain agregat, semen, air, dan limbah tekstil. Alat yang digunakan adalah ayakan, oven, gelas ukur, timbangan, cetakan beton, mesin uji universal, dan alat pengaduk/pengaduk beton.

3.1 Prosedur Standar Penelitian

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat: Berat jenis kering permukaan (Bulk Specific Gravity), Berat jenis permukaan (SSD), Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) dan penyerapan.
2. Perkiraan Kadar Agregat: Perkiraan kadar agregat kasar dan perkiraan agregat halus

3.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer: Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada penambahan limbah kain. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 jenis yaitu: karakteristik agregat dan pengujian beton.
2. Data sekunder: Pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literatur.

3.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan serbuk batu gamping. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1) Agregat Halus

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

No.	Karakteristik	Agregat	Syarat	Hasil
1	Kadar lumpur		Maks 5%	4,47%
2	Kadar organik		< No. 3	No. 2
3	Kadar air		2% - 5%	3,84%
4	Berat volume lepas		1,4 - 1,9 kg/liter	1,48
5	Berat volume padat		1,4 - 1,9 kg/liter	1,46
6	Absorpsi		0,2% - 2%	1,72
7	Berat jenis		1,6 - 3,3	2,50
8	Modulus kehalusan		1,50 - 3,80	2,95

2) Agregat Kasar

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No.	Karakteristik	Agregat	Syarat	Hasil
1	Kadar lumpur		Maks 1%	0,68%
2	Keausan		Maks 50%	25,5%
3	Kadar air		0,5% - 2%	1,21%
4	Berat volume lepas		1,6 - 1,9 kg/liter	1,64
5	Berat volume padat		1,6 - 1,9 kg/liter	1,79
6	Absorpsi		Maks 4%	3,48%
7	Berat jenis		1,6 - 3,3	2,51
8	Modulus kehalusan		6,0-8,0	6,72

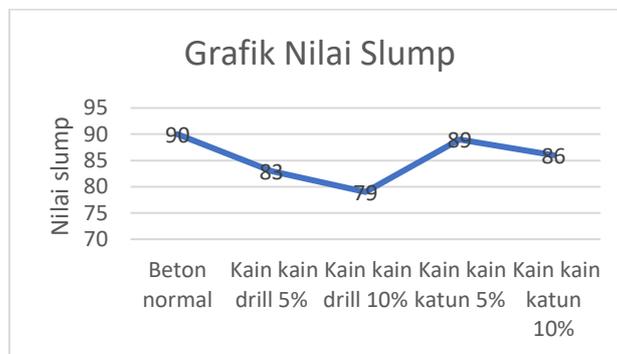
4.2 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode SNI 7656:2012. Dengan hasil data sebagai berikut :

Tabel 3. Kebutuhan Campuran Setiap Variasi Untuk 1 m³ Beton

Material	BN	LKD5%	LKD10%	LKK5%	LKK10%
W Semen	401,50	401,50	401,50	401,50	401,50
W Pasir	561,61	561,61	561,61	561,61	561,61
W Kerikil	1223,31	1223,31	1223,31	1223,31	1223,31
W Limbah kain drill 5%	0,00	15,76	0,00	0,00	0,00
W Limbah kain drill 10%	0,00	0,00	31,51	0,00	0,00
W Limbah kain katun 5%	0,00	0,00	0,00	13,08	0,00
W Limbah kain katun 10%	0,00	0,00	0,00	0,00	26,17
W Air	203,00	203,00	203,00	203,00	203,00

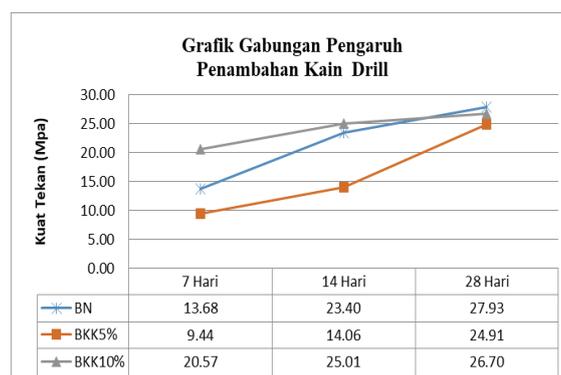
4.3 Nilai Slump



Gambar 1. Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi pencampuran

4.4 Kuat Tekan

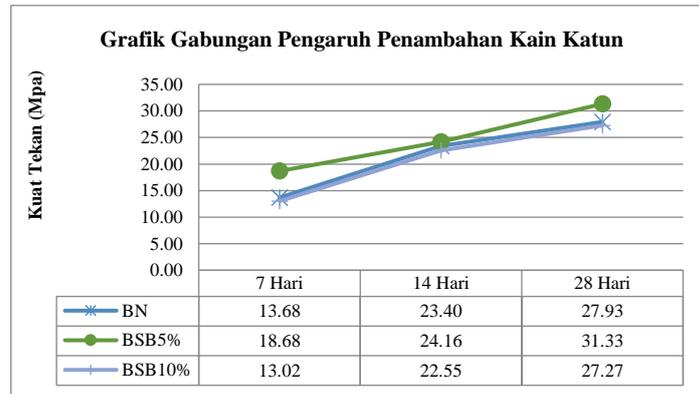
Berikut adalah grafik pengaruh variasi limbah kain drill beton terhadap kuat tekan beton:



Gambar 2. Grafik gabungan pengaruh limbah kain drill

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa Kain drill 10% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 4,44% Mpa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,69 %. Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 7 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton normal sebesar 5 MPa pada beton variasi 5% kain drill dan mengalami penurunan 0,66 Mpa pada beton 10%. Beton umur 14 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton normal sebesar 0,76 MPa pada beton variasi 5% pada kain drill dan mengalami penurunan 1,15 Mpa pada beton 10%. Pada beton umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari

beton normal sebesar 9,91 MPa pada beton variasi 5% dan mengalami penurunan pada variasi 10% sebesar 0,66 Mpa pada kain drill. Penambahan kain drill secara signifikan meningkatkan kuat lentur beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan apapun. Secara umum, semua sampel menunjukkan tren peningkatan kekuatan lentur seiring berjalannya waktu. Garis BKD10% menunjukkan peningkatan tertinggi, diikuti oleh BKD5%, dan kemudian BN. Penambahan kain drill memiliki efek positif pada kuat lentur beton. Semakin lama beton mengeras, semakin tinggi kuat tekannya.

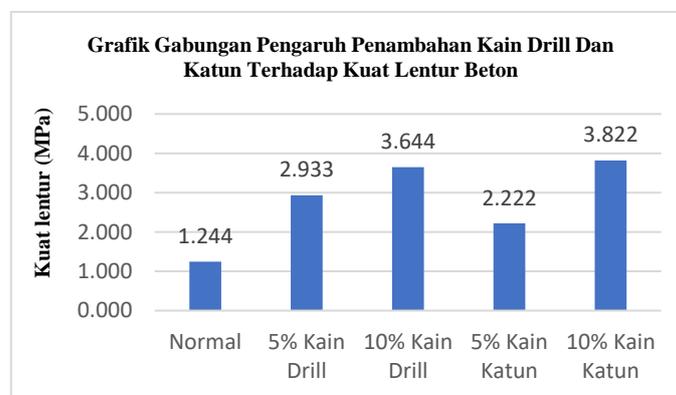


Gambar 3. Grafik gabungan pengaruh limbah kain Katun

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 7 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 4,24 MPa pada beton variasi 5%, dan mengalami peningkatan 6,89 Mpa pada beton 10%. Beton umur 14 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 9,34 MPa pada beton variasi 5% dan mengalami peningkatan 1,61 Mpa pada beton 10%. Pada beton umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 3,02 Mpa dan mengalami peningkatan 2,23 Mpa pada beton 10%. Grafik menunjukkan bahwa penambahan kain katun secara signifikan meningkatkan kuat lentur beton seiring berjalannya waktu. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kain katun dapat memberikan kontribusi positif pada kuat tekan seiring berjalannya waktu, dengan tingkat efektivitas yang bervariasi di antara seri-seri atau jenis perlakuan yang diberikan pada kain katun. Maka dapat disimpulkan Semua tiga seri menunjukkan peningkatan kekuatan lentur seiring waktu. Kain katun tampaknya memiliki efek positif pada kuat tekan beton.

4.5 Kuat Lentur

Berikut adalah grafik pengaruh kain drill dan kain katun terhadap kuat lentur beton:



Gambar 4. Pengaruh kain drill dan kain katun terhadap kuat lentur beton

Dari grafik, kita dapat melihat bahwa penambahan kain drill dan katun secara signifikan meningkatkan kuat lentur beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan apapun. Beton normal

memiliki kekuatan sekitar 1,244 MPa. Dengan penambahan kain drill sebesar 5% dan 10%, kekuatan berturut-turut sekitar 2,933 MPa dan 3,644 MPa. Dengan penambahan kain katun sebesar 5% dan 10%, kekuatan berturut-turut sekitar 2,222 MPa dan 3,822 MPa. Secara umum, penambahan persentase yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan kekuatan yang lebih besar. Penambahan kain katun pada kedua persentase yang diuji tampak menghasilkan kekuatan lentur yang sedikit lebih tinggi daripada penambahan jumlah yang setara dari kain drill. Maka dapat disimpulkan keduanya, kain drill dan katun, memiliki efek positif pada kuat lentur beton. Penambahan persentase yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan yang lebih signifikan. Kain katun tampaknya memberikan kekuatan lentur yang sedikit lebih tinggi daripada kain drill. Memuat hasil analisis data, pengujian hipotesis, menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian, temuan-temuan dan menginterpretasikan temuan-temuan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa penambahan kain drill dan kain katun pada beton memberikan efek yang berbeda terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Pada umur 28 hari, penambahan 5% kain drill meningkatkan kuat tekan sebesar 9,91 MPa, namun penambahan 10% kain drill justru menurunkan kuat tekan sebesar 0,66 MPa. Sebaliknya, penambahan kain katun menunjukkan hasil yang berlawanan, di mana penambahan 5% kain katun menurunkan kuat tekan sebesar 3,02 MPa, sedangkan penambahan 10% kain katun meningkatkan kuat tekan sebesar 2,23 MPa. Selain itu, penambahan kain drill dan katun secara signifikan meningkatkan kuat lentur beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan apapun. Beton normal memiliki kuat lentur sekitar 1,244 MPa, sementara dengan penambahan 5% dan 10% kain drill, kuat lentur meningkat menjadi 2,933 MPa dan 3,644 MPa. Penambahan 5% dan 10% kain katun meningkatkan kuat lentur menjadi 2,222 MPa dan 3,822 MPa. Secara umum, penambahan persentase yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan kekuatan yang lebih besar. Kain katun tampaknya memberikan kekuatan lentur yang lebih tinggi daripada kain drill. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa baik kain drill maupun kain katun memiliki efek positif pada kuat lentur beton, dengan penambahan persentase yang lebih tinggi menghasilkan peningkatan yang lebih signifikan. Berdasarkan hasil analisis, nilai persentase optimum penambahan limbah kain pada beton dapat disimpulkan, Untuk kain drill, penambahan 5% adalah yang paling optimal karena meningkatkan kuat tekan sebesar 9,91 MPa dan kuat lentur menjadi 2,933 MPa. Untuk kain katun, penambahan 10% adalah yang paling optimal karena meningkatkan kuat tekan sebesar 2,23 MPa dan kuat lentur menjadi 3,822 MPa. Dengan demikian, penambahan 5% kain drill dan 10% kain katun memberikan hasil terbaik untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur beton.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan potensi positif dari penambahan serat kain pada beton, namun penting untuk memastikan bahwa penambahan tersebut tidak hanya meningkatkan satu aspek kinerja tetapi juga mempertahankan atau meningkatkan aspek-aspek lainnya. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan proporsi optimal kain drill dan kain katun yang dapat meningkatkan kuat tekan beton tanpa mengurangi kualitas lainnya. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme di balik peningkatan kekuatan lentur yang disebabkan oleh penambahan kain drill dan katun. Menguji kombinasi lain dari persentase kain drill dan katun untuk menentukan proporsi optimal yang memberikan kekuatan lentur terbaik.

Daftar Rujukan

- Amna, K., Wesli, W., & Hamzani, H. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 11–20. <https://doi.org/10.29103/tj.v4i2.19>
- Andani, A. D. I. Y. (2023). *Pengaruh pemanfaatan limbah tekstil kain perca pada material pembuatan beton mutu rendah (k-225) skripsi*.
- BSN. (1974). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta*. <https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>
- Catur, A. D., Setyawan, P. D., Padang, Y. A., Nuarsa, I. M., & Triadi, A. A. A. (2022). Kuat lentur dan berat jenis beton ringan selular diperkuat serat kain pakaian bekas. *Dinamika Teknik Mesin*, 12(1), 8. <https://doi.org/10.29303/dtm.v12i1.497>
- Jaya, D. P. (2022). *Pengaruh penambahan limbah kain pakaian bekas terhadap kekuatan tekan dan bending dari komposit foam beton ringan*.
- Maghfira, M., Mustakim, M., & Muis, A. (2024). Stabilitas Paving Block Menggunakan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Dengan Tambah Serat Bendrat. *Jurnal Karajata Engineering*, 4(1), 37–43. <https://doi.org/10.31850/karajata.v4i1.3110>
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, D. B. (2019). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), 711–722.
- Putra, A. M., & Noorhidana, V. A. (2020). *1366-6684-1-Pb*. 8(2), 367–384.
- Risdianto, Y., & Tobing, G. R. L. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 1–8.
- Winarno, E. (2021). *Analisa substitusi limbah karbit serta penambahan serat limbah kain pada kuat tekan beton*. 11(3), 1–14.