Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (2) 2025, Page: 23260-23271

Pengaruh Kinerja Beton Dengan Penambahan Serat Eceng Gondok Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Musdalifah[1], Mustakim[2], Misbahuddin[3]
[1,2,3]Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia
Corresponding Author: Musdalifah,

Published: August , 2025

ABSTRAK

Click Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur 28 hari. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan rancangan *mix design* mutu rencana f'c 25 MPa, *slump* 75–100 mm, dan ukuran maksimum agregat 20 mm. Serat eceng gondok ditambahkan sebesar 1% dari berat semen dengan variasi panjang serat 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan benda uji silinder berukuran 15×30 cm sesuai SNI 03-1974-1990, sedangkan kuat lentur diuji pada benda uji balok 15×15×60 cm sesuai SNI 03-4431-1997. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat eceng gondok menurunkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal, dengan penurunan terkecil pada panjang serat 1 cm (−2,25%) dan terbesar pada 3 cm (−9%). Sebaliknya, kuat lentur beton meningkat pada semua variasi, dengan peningkatan terbesar pada panjang serat 3 cm (+21,9%). Disimpulkan bahwa penggunaan serat eceng gondok dapat meningkatkan ketahanan lentur beton, tetapi berdampak negatif terhadap kekuatan tekan, sehingga pemilihan panjang serat harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi konstruksi.

Kata Kunci: Agregat, Beton, Eceng Gondok, Kuat Lentur, Kuat Beton

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi utama yang terbentuk dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan perbandingan tertentu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Karakteristik utamanya meliputi kekuatan tekan yang tinggi, kemudahan dibentuk, ketersediaan bahan baku dari alam, serta ketahanan yang relatif lebih baik dibandingkan material lain (Hani & Rini, 2018; Bunawan et al., 2024). Perkembangan penelitian di bidang teknik sipil mendorong inovasi pada teknologi beton, salah satunya melalui penambahan serat untuk memperbaiki sifat mekanik. Namun, keterbatasan ketersediaan serat konvensional memunculkan kebutuhan eksplorasi sumber serat alternatif, seperti serat eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*), yang tersedia melimpah di perairan Indonesia dan sering menimbulkan masalah lingkungan akibat pertumbuhan yang tidak terkendali (Purwanto et al., 2021; Koesoema & Kushartono, 2023). Berbagai kajian empiris baru-baru ini menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki kandungan selulosa dan lignin yang cukup tinggi, sehingga berpotensi digunakan sebagai penguat pada beton, dengan implikasi pada kekuatan tekan dan lentur (Irawan et al., 2023; Ardy et al., 2024).

Eceng gondok (Eichhornia crassipes) adalah gulma air dengan pertumbuhan cepat yang dapat mengganggu ekosistem perairan dan kapasitas tampung sungai (Sulardjaka et al., 2020). Meskipun keberadaannya sering menimbulkan masalah lingkungan, eceng gondok memiliki potensi sebagai

bahan dalam pembuatan komposit, termasuk beton ramah lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat eceng gondok dapat meningkatkan kekuatan lentur beton, meskipun ada penurunan pada kekuatan tekan (Wulandari et al., 2023). Fenomena ini membuka jalur penelitian lebih lanjut untuk menentukan komposisi dan panjang serat yang optimal agar performa beton dapat dimaksimalkan. Oleh karena itu, memanfaatkan eceng gondok sebagai alternatif dalam campuran beton tidak hanya menawarkan manfaat mekanik tetapi juga berkontribusi dalam pengelolaan limbah tumbuhan yang berkelanjutan (Suryaningsih, 2017).

Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah bagaimana memanfaatkan limbah eceng gondok secara efektif sebagai bahan tambah dalam beton, khususnya dalam konteks peningkatan sifat mekanik seperti kuat tekan dan kuat lentur. Rumusan masalah penelitian ini difokuskan pada dua hal: pertama, sejauh mana pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap kuat tekan beton; kedua, bagaimana pengaruhnya terhadap kuat lentur beton. Kedua aspek ini krusial untuk menentukan kelayakan aplikasi serat eceng gondok dalam konstruksi, khususnya pada elemen struktural atau non-struktural. Pendekatan solutif yang diambil adalah dengan mengombinasikan pengelolaan limbah organik perairan dan peningkatan kualitas beton melalui metode eksperimental terukur, yang menguji variasi panjang serat pada proporsi tertentu terhadap berat semen.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah penggunaan serat enceng gondok dengan persentase tetap 1% dari berat semen dan variasi panjang serat 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Langkah ini diambil berdasarkan temuan bahwa penambahan serat alami dapat meningkatkan ketahanan retak dan daktilitas beton (Salsabila et al., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa serat eceng gondok dapat meningkatkan kuat lentur beton meskipun ada penurunan pada kekuatan tekan (Putri & Mahyudin, 2019). Dalam studi lain ditemukan bahwa pada kadar serat 0,1%, peningkatan kuat lentur berlangsung optimal dengan efek minimal terhadap kekuatan tekan beton normal (Salsabila et al., 2024). Desain eksperimental ini berlandaskan pada penelitian terdahulu yang telah menunjukkan kinerja serat alami dalam penguatan beton, memberikan acuan yang valid untuk menemukan komposisi dan panjang serat yang efektif dalam optimasi sifat mekanik beton (Salsabila et al., 2024; Putri & Mahyudin, 2019).

Variasi hasil dalam penggunaan serat eceng gondok dalam beton dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk metode pengolahan serat, jenis semen, proporsi campuran, dan teknik perawatan beton (Unitomo et al., 2022). Penelitian sebelumnya menemukan bahwa meskipun penambahan serat eceng gondok dapat memperbaiki kekuatan lentur, dampaknya terhadap kekuatan tekan cenderung negatif; semakin tinggi persentase penambahan serat, semakin kecil kuat tekan beton (Hadi, 2019). Sebuah studi empiris menguji penggunaan serat eceng gondok dalam beton mutu rendah dan menemukan hasil yang kurang signifikan pada kekuatan tekan (Putri & Mahyudin, 2019). Hal ini menciptakan celah penelitian pada aspek hubungan panjang serat dengan perubahan sifat mekanik beton, khususnya pada kuat tekan dan lentur. Selain itu, belum banyak studi yang mengintegrasikan pertimbangan ekologis dalam pemanfaatan serat eceng gondok, misalnya, dalam pengendalian populasi eceng gondok sebagai bagian dari inovasi material konstruksi (Sari & Mahyudin, 2017).

Berdasarkan latar belakang dan kajian pustaka tersebut, tujuan penelitian ini adalah menganalisis secara kuantitatif pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur 28 hari, serta mengidentifikasi panjang serat yang memberikan performa optimal. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus kombinasi kadar serat tetap dengan variasi panjang serat, yang jarang dikaji secara terpisah dalam penelitian terdahulu. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa terdapat panjang serat tertentu yang mampu memberikan peningkatan signifikan pada kuat lentur

tanpa penurunan kuat tekan yang substansial. Ruang lingkup penelitian mencakup pengujian laboratorium menggunakan metode standar SNI untuk beton normal dengan penambahan serat eceng gondok, sehingga hasilnya diharapkan dapat diaplikasikan dalam konstruksi berkelanjutan, sekaligus menawarkan model pemanfaatan limbah hayati untuk mendukung pengelolaan lingkungan perairan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif yang bertujuan menganalisis secara terukur pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap kinerja beton ditinjau dari kuat tekan dan kuat lentur. Metode eksperimental dipilih karena memungkinkan pengendalian langsung terhadap variabel bebas, yaitu proporsi dan panjang serat eceng gondok yang ditambahkan pada campuran beton, serta pengamatan dampaknya terhadap variabel terikat, yakni kekuatan mekanik beton pada umur tertentu. Pilihan metode ini sejalan dengan standar pengujian beton yang telah ditetapkan dalam SNI dan ASTM, sehingga hasil penelitian diharapkan memiliki validitas teknis yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Kegiatan penelitian dilaksanakan di dua lokasi utama, yaitu Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare (FT-UMPAR) untuk proses pembuatan, perawatan, dan pengujian kuat tekan beton, serta Laboratorium Kantor PUPR Kabupaten Pinrang untuk pengujian kuat lentur beton. Waktu pelaksanaan berlangsung selama enam bulan, mulai November 2024 hingga April 2025, yang mencakup tahap persiapan bahan, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian. Tahapan waktu telah diatur secara sistematis, dimulai dengan studi literatur pada bulan pertama, dilanjutkan dengan persiapan material dan pemeriksaan sifat material pada bulan kedua dan ketiga, analisis saringan dan uji abrasi pada bulan ketiga, penentuan komposisi campuran beton pada bulan keempat, pembuatan benda uji dan perawatan selama bulan keempat hingga kelima, serta pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada bulan kelima dan keenam.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas seperangkat timbangan berkapasitas 50 kg untuk menimbang bahan baku beton sebelum pencampuran, satu set saringan untuk memisahkan agregat berdasarkan ukuran butir sesuai SNI 03-1968-1990, oven untuk mengeringkan bahan seperti pasir, agregat, dan serat eceng gondok, serta mesin abrasi Los Angeles untuk menguji ketahanan agregat kasar terhadap keausan sesuai SNI 2417:2008. Selain itu digunakan pula kerucut Abrams untuk mengukur nilai slump beton segar, cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm untuk pengujian kuat tekan, cetakan balok berukuran 15 cm × 15 cm × 60 cm untuk pengujian kuat lentur, serta Universal Testing Machine (UTM) untuk melakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton sesuai SNI 03-1974-1990 dan SNI 03-4431-1997.

Bahan penelitian meliputi semen tipe PCC (Portland Composite Cement), agregat halus berupa pasir yang memenuhi persyaratan SNI 03-2461-2002, agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah, dan air yang sesuai dengan standar mutu air pencampur beton. Serat eceng gondok diambil dari Danau Tempe, Kabupaten Wajo, diproses melalui tahap pembersihan, pemisahan batang, pencucian, dan pengeringan selama kurang lebih sepuluh hari sebelum dipotong menjadi panjang serat 1 cm, 2 cm, dan 3 cm sesuai variasi yang diteliti.

Rancangan penelitian dilaksanakan secara berurutan dimulai dari persiapan bahan dan material, di mana eceng gondok dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong sesuai variasi panjang yang direncanakan. Semua material beton lain, seperti semen, agregat halus, dan agregat kasar, ditimbang sesuai hasil perhitungan mix design. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan sifat material penyusun beton untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar mutu, meliputi pengujian kadar lumpur,

kadar organik, kadar air, berat volume, daya serap air, berat jenis, modulus kehalusan, dan keausan agregat. Analisis saringan dilakukan untuk menentukan gradasi agregat, sedangkan uji abrasi menggunakan mesin Los Angeles untuk mengetahui ketahanan aus agregat kasar.

Penentuan komposisi campuran beton dilakukan berdasarkan SNI 7656:2012 dengan target mutu rencana f'c 25 MPa, nilai slump 75–100 mm, dan ukuran maksimum agregat 20 mm. Kadar serat eceng gondok ditetapkan sebesar 1% dari berat semen dengan variasi panjang serat sebagaimana telah ditentukan. Pembuatan benda uji dilakukan dengan mencampur bahan dalam mixer beton secara berurutan mulai dari agregat kasar, agregat halus, dan semen, kemudian menambahkan air secara bertahap hingga campuran homogen. Campuran kemudian dicetak menjadi silinder dan balok beton sesuai ukuran standar, dipadatkan, dan dibiarkan selama 24 jam sebelum dilepas dari cetakan. Tahap berikutnya adalah perawatan atau curing benda uji dengan cara merendamnya di dalam bak berisi air bersih hingga mencapai umur pengujian, yaitu 28 hari. Setelah perawatan selesai, dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan UTM pada benda uji silinder mengacu pada SNI 03-1974-1990, serta pengujian kuat lentur pada benda uji balok mengacu pada SNI 03-4431-1997 dengan metode pembebanan dua titik.

Teknik pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari hasil pengujian laboratorium meliputi sifat agregat, nilai slump, kuat tekan, dan kuat lentur beton. Data sekunder mencakup standar teknis seperti SNI, hasil penelitian terdahulu, dan literatur terkait pemanfaatan serat eceng gondok dalam beton (Zuraidah dkk., 2022; Faklav dkk., 2019). Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil uji kuat tekan dan kuat lentur antara beton normal dan beton dengan penambahan serat eceng gondok. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi.

Pendekatan analisis ini dirancang untuk menilai pengaruh variasi panjang serat terhadap perubahan sifat mekanik beton dan mengidentifikasi panjang serat optimal yang memberikan keseimbangan antara kuat tekan dan kuat lentur. Metode ini mengacu pada prinsip analisis material komposit berbasis serat alami, di mana distribusi dan panjang serat berpengaruh signifikan terhadap transfer tegangan dan perilaku retak. Alur penelitian secara umum dimulai dari persiapan alat dan material, pengujian karakteristik material, analisis saringan dan uji abrasi, perhitungan mix design, pembuatan benda uji beton, perawatan hingga umur pengujian, pengujian kuat tekan dan kuat lentur, analisis hasil, hingga penarikan kesimpulan. Proses ini memastikan bahwa penelitian berjalan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi oleh peneliti lain untuk tujuan verifikasi maupun pengembangan lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini akan diilustrasikan dalam beberapa bagian, data dalam penelitian ini merupakan data hasil pengujian yang telah direkapitulasi. Hasil penelitian ini akan memberikan penjelasan mengenai hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus. Berikut adalah hasil penelitian ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2,6%	2.3%	2,46%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 1	No. 1	No. 1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2,59%	3,58%	3.08%	Memenuhi

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.45	1.35	1.40	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.52	1.59	1.55	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1%	1.83%	1.42%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	1,89	2.56	2.22	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	1,85	2.44	2.15	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	1,87	2.49	2.18	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2.36	3,21	2.79	Memenuhi

Sumber: Data Diolah (2025)

Hasil pengujian agregat halus yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh parameter pengujian memenuhi persyaratan spesifikasi yang diatur dalam SNI. Kadar lumpur agregat halus tercatat sebesar 2,46%, yang berada di bawah batas maksimum 5%. Hal ini menunjukkan bahwa pasir yang digunakan memiliki tingkat kemurnian yang cukup baik dan tidak memerlukan proses pencucian sebelum digunakan dalam campuran beton. Rendahnya kandungan lumpur ini penting untuk menjaga daya ikat antara pasta semen dan agregat, sehingga kualitas beton yang dihasilkan dapat optimal. Pengujian kadar organik menunjukkan nilai No. 1 pada standar warna, yang menandakan kandungan bahan organik sangat rendah dan berada jauh di bawah ambang batas No. 3. Agregat dengan kadar organik rendah tidak akan mengganggu proses hidrasi semen, sehingga sifat mekanik beton yang dihasilkan dapat dipertahankan. Selain itu, kadar air agregat halus yang diperoleh adalah 3,08%, berada dalam rentang ideal 2%–5% sebagaimana disyaratkan, yang berarti kelembaban agregat dalam kondisi aman untuk proses pencampuran beton tanpa risiko penambahan air tak terkendali.

Parameter berat volume juga menunjukkan hasil yang baik, yaitu 1,40 kg/l untuk kondisi lepas dan 1,55 kg/l untuk kondisi padat. Nilai ini sesuai dengan rentang 1,4–1,9 kg/l yang direkomendasikan SNI, yang berarti agregat halus memiliki kerapatan yang memadai untuk memberikan kekuatan dan keawetan beton. Nilai absorpsi sebesar 1,42% berada dalam kisaran 0,2%–2%, sehingga pasir mampu menyerap air dalam jumlah yang tepat untuk membantu hidrasi semen tanpa menyebabkan kelemahan pada struktur beton. Pengujian berat jenis menghasilkan nilai 2,22 untuk berat jenis nyata, 2,15 untuk berat jenis kering, dan 2,18 untuk berat jenis kering permukaan. Seluruhnya berada dalam rentang 1,6–3,3 kg/l, menunjukkan bahwa agregat memiliki komposisi mineral yang sesuai untuk digunakan dalam campuran beton. Nilai modulus kehalusan yang diperoleh adalah 2,79, berada pada rentang 1,50–3,80, yang berarti distribusi ukuran butir agregat halus berada dalam kategori baik dan akan mendukung pembentukan mortar yang kuat dan padat.

Secara keseluruhan, hasil pengujian agregat halus pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa material yang digunakan memenuhi semua kriteria yang ditetapkan dalam SNI. Kondisi ini memberikan indikasi positif bahwa agregat halus yang dipilih dapat digunakan langsung dalam proses pembuatan beton tanpa perlakuan tambahan, serta diharapkan mampu berkontribusi terhadap tercapainya kuat tekan dan kuat lentur beton yang optimal pada pengujian selanjutnya.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,3%	1,60%	0,95%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	19,7%	16,6%	18,2%	Memenuhi
3	Kadar Air	0,5%-2%	1,42%	0,70%	1,06%	Memenuhi
4	Berat Volume					
	a.Kondisi lepas	1,6-1,9kg/liter	1,67	1,66	1,67	Memenuhi
	b.Kondisi padat	1,6-1,9kg/liter	1,82	1,81	1,81	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4%	2,86%	1,48%	2,17%	Memenuhi
6	Berat jenis Spesifik					
	a.Bj.Nyata	1,6 - 3,3	2,65	2,55	2,60	Memenuhi
	b.Bj.dasar kering	1,6 - 3,3	2,46	2,46	2,46	Memenuhi
	c.Bj.Kering permukaan	1,6 - 3,3	2,53	2,50	2,51	Memenuhi
7	Modulus keausan	6,0 - 8,0	7,04	7,37	7,20	Memenuhi

Sumber: Data Diolah (2025)

Hasil pengujian agregat kasar yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh parameter uji memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditetapkan oleh SNI. Kadar lumpur pada agregat kasar diperoleh sebesar 0,95%, yang berada di bawah batas maksimum 1%. Hal ini mengindikasikan bahwa agregat kasar relatif bersih dari partikel halus yang dapat mengganggu ikatan antara pasta semen dan agregat. Kandungan lumpur yang rendah ini akan mendukung terbentuknya ikatan yang kuat dan mengurangi risiko kelemahan struktural pada beton. Pengujian keausan menggunakan mesin Los Angeles menghasilkan nilai 18,2%, jauh di bawah batas maksimum 50% yang diizinkan. Nilai ini menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki ketahanan aus yang baik terhadap gesekan dan benturan, sehingga akan meningkatkan daya tahan beton terhadap beban dinamis maupun abrasi. Sementara itu, kadar air agregat kasar sebesar 1,06% berada dalam kisaran ideal 0,5%–2%, yang berarti kelembaban agregat dalam kondisi aman untuk proses pencampuran beton tanpa menimbulkan perubahan signifikan pada faktor air-semen (FAS).

Nilai berat volume agregat kasar adalah 1,67 kg/l untuk kondisi lepas dan 1,81 kg/l untuk kondisi padat, keduanya sesuai dengan standar 1,6–1,9 kg/l. Nilai ini mencerminkan kerapatan agregat yang memadai untuk menghasilkan beton yang padat dan kuat. Nilai absorpsi yang diperoleh sebesar 2,17% juga berada di bawah batas maksimum 4%, yang menunjukkan bahwa agregat kasar mampu menyerap air dalam jumlah moderat untuk membantu proses hidrasi semen tanpa menyebabkan kelemahan pada struktur beton. Pengujian berat jenis menghasilkan nilai 2,60 untuk berat jenis nyata, 2,46 untuk berat jenis kering, dan 2,51 untuk berat jenis kering permukaan, seluruhnya berada dalam kisaran 1,6–3,3 kg/l yang direkomendasikan. Hal ini menandakan bahwa agregat kasar memiliki komposisi mineral yang baik dan sesuai untuk digunakan dalam campuran beton. Nilai modulus kehalusan yang diperoleh sebesar 7,20 berada dalam rentang 6,0–8,0, yang menunjukkan

bahwa distribusi ukuran butir agregat kasar tergolong baik dan dapat berkontribusi pada kepadatan campuran beton.

Secara keseluruhan, hasil pengujian agregat kasar dalam Tabel 2 mengonfirmasi bahwa material yang digunakan memiliki kualitas fisik yang sangat baik dan memenuhi seluruh persyaratan teknis SNI. Kondisi ini memastikan bahwa agregat kasar dapat digunakan langsung dalam pembuatan beton tanpa memerlukan perlakuan tambahan, serta berpotensi memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian kinerja mekanik beton yang optimal, baik dari segi kekuatan tekan maupun kekuatan lentur.

Kuat Tekan Beton

Tujuan percobaan kuat tekan beton adalah untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban tekan maksimum per satuan luas sebelum mengalami keruntuhan. Pengujian ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai mutu beton yang dihasilkan, yang biasanya dinyatakan dalam satuan MPa (megapascal). Nilai kuat tekan menjadi salah satu indikator utama kualitas beton karena berkaitan langsung dengan kapasitas struktural dan keamanan konstruksi. Selain untuk memastikan bahwa beton yang diproduksi memenuhi mutu rencana (*f'c*) sesuai desain struktur, pengujian kuat tekan juga bertujuan mengevaluasi pengaruh variasi bahan penyusun atau metode pencampuran terhadap sifat mekanik beton. Dalam konteks penelitian Anda, percobaan ini dilakukan untuk menilai sejauh mana penambahan serat eceng gondok dengan panjang berbeda memengaruhi kekuatan tekan beton, sehingga dapat ditentukan apakah modifikasi campuran tersebut layak digunakan pada aplikasi struktural atau hanya cocok untuk non-struktural.

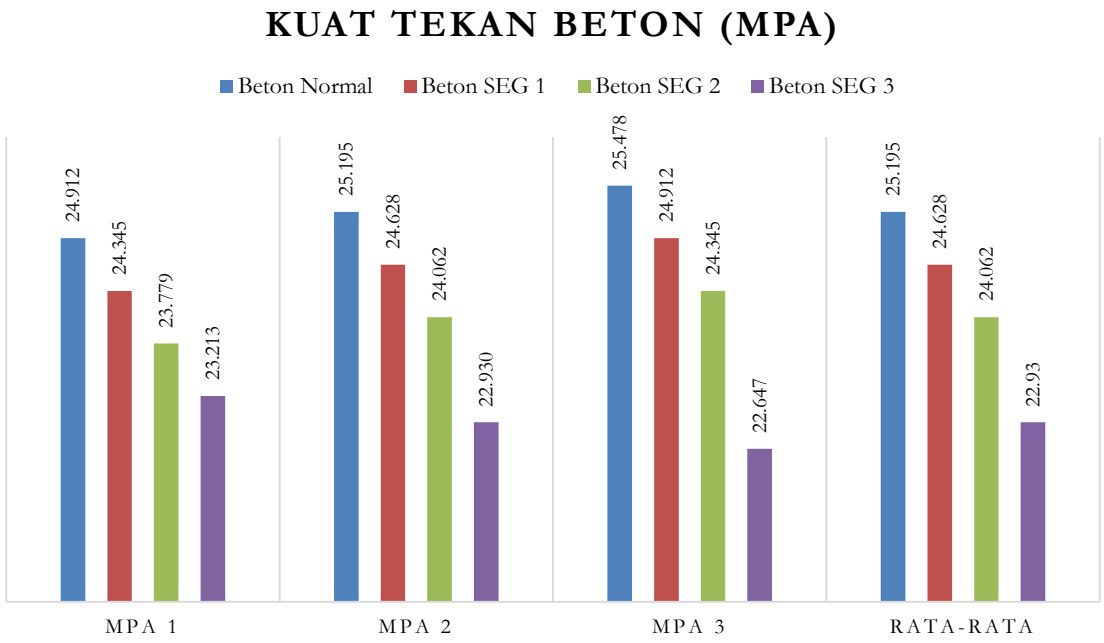
Tabel 3. Rekapitulasi Percobaan Uji Kuat Tekan Beton

No	Umur (Hari)	Berat (KG)	Beban (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata
Beton Normal					
1	28	12.973	440	24.912	
2	28	12.887	445	25.195	25.195
3	28	12.675	450	25.478	
Variasi Serat Eceng Gondok 1Cm					
1	28	12.567	430	24.345	
2	28	12.550	435	24.628	24.628
3	28	12.843	440	24.912	
Variasi Serat Eceng Gondok 2Cm					
1	28	12.925	420	23.779	
2	28	12.606	425	24.062	24.062
3	28	12.967	430	24.345	
Variasi Serat Eceng Gondok 3Cm					
1	28	12.802	410	23.213	
2	28	12.668	405	22.930	22.930
3	28	12.795	400	22.647	

Sumber: Data Diolah (2025)

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan variasi performa antara beton normal dan beton dengan penambahan serat eceng gondok. Beton normal memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 25,195 MPa, yang menjadi acuan untuk membandingkan hasil pada variasi lainnya. Penambahan serat eceng gondok sebanyak 1% dengan panjang serat 1 cm menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 24,628 MPa. Nilai ini mengalami penurunan sebesar 0,567 MPa atau sekitar 2,25% dibandingkan beton normal, meskipun secara umum penurunan tersebut relatif kecil dan menunjukkan bahwa pada panjang serat pendek, pengaruh negatif terhadap kuat tekan belum terlalu signifikan. Pada variasi serat eceng gondok dengan panjang 2 cm, kuat tekan rata-rata yang dihasilkan adalah 24,062 MPa. Angka ini lebih rendah dibandingkan beton normal, dengan penurunan sebesar 1,133 MPa atau sekitar 4,5%. Hal ini mengindikasikan bahwa bertambahnya panjang serat mulai memberikan pengaruh yang lebih nyata terhadap penurunan kemampuan beton menahan beban tekan. Serat yang lebih panjang cenderung menciptakan potensi rongga atau ketidakteraturan dalam struktur internal beton, yang dapat menjadi titik lemah ketika menerima beban.

Penurunan kuat tekan yang paling signifikan terjadi pada beton dengan penambahan serat eceng gondok panjang 3 cm, di mana nilai rata-rata yang diperoleh adalah 22,930 MPa. Nilai ini menurun sebesar 2,265 MPa atau sekitar 9% dari beton normal. Hasil ini memperkuat dugaan bahwa semakin panjang serat eceng gondok yang digunakan, semakin besar kemungkinan terjadi penurunan kepadatan dan keseragaman distribusi dalam matriks beton, sehingga kemampuan menahan beban tekan berkurang. Secara keseluruhan, hasil pengujian memperlihatkan tren penurunan kuat tekan seiring bertambahnya panjang serat eceng gondok pada kadar 1% berat semen. Meskipun penambahan serat memiliki manfaat potensial untuk sifat mekanik lain seperti ketahanan retak dan kuat lentur, data ini mengindikasikan adanya batas optimal panjang serat agar sifat tekan beton tidak mengalami degradasi yang terlalu besar. Temuan ini sejalan dengan konsep material komposit, di mana interaksi antara matriks dan serat perlu berada pada kondisi seimbang untuk memaksimalkan performa mekanik.



Gambar 1. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Kuat Tekan Beton

Kuat Lentur Beton

Tujuan uji coba kuat lentur beton adalah untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban lentur atau gaya tarik yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu panjang elemen beton hingga mencapai batas keruntuhannya. Pengujian ini memberikan gambaran sejauh mana beton mampu bertahan terhadap pembebanan yang menyebabkan tarikan pada serat bagian bawah elemen, seperti yang umum terjadi pada balok, pelat lantai, atau panel. Nilai kuat lentur biasanya dinyatakan dalam satuan megapascal (MPa) dan diperoleh dari hasil pengujian menggunakan metode pembebanan tertentu, misalnya *two-point loading* sesuai SNI 03-4431-1997. Selain untuk memastikan bahwa beton yang diproduksi memenuhi spesifikasi desain terkait kekuatan lenturnya, uji ini juga bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi campuran, metode pencampuran, atau penambahan bahan tambah terhadap ketangguhan beton. Dalam penelitian Anda, pengujian kuat lentur dilakukan untuk menilai sejauh mana penambahan serat eceng gondok dengan panjang berbeda dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap beban lentur, sehingga dapat dipertimbangkan penggunaannya pada elemen-elemen yang menuntut kemampuan menahan tarikan dan daktilitas tinggi.

Tabel 4. Rekapitulasi Percobaan Uji Kuat Lentur Beton

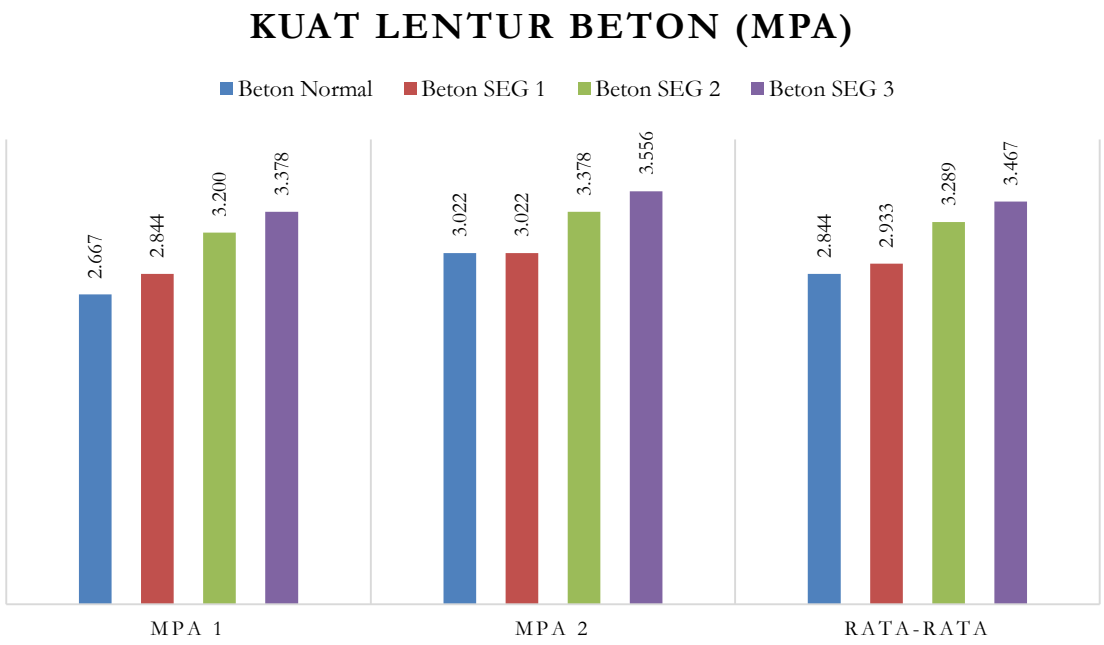
No	Umur (Hari)	Berat (KG)	Beban (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-Rata
Beton Normal					
1	28	31.591	15	2.667	2.844
2	28	31.782	17	3.022	
Variasi Serat Eceng Gondok 1Cm					
1	28	31.921	16	2.844	2.933
2	28	31.608	17	3.022	
Variasi Serat Eceng Gondok 2Cm					
1	28	31.809	18	3.200	3.289
2	28	31.808	19	3.378	
Variasi Serat Eceng Gondok 3Cm					
1	28	31.899	19	3.378	3.467
2	28	31.1911	20	3.556	

Sumber: Data Diolah (2025)

Hasil pengujian kuat lentur beton pada umur 28 hari menunjukkan adanya perbedaan yang cukup jelas antara beton normal dan beton dengan penambahan serat eceng gondok. Beton normal menghasilkan kuat lentur rata-rata sebesar 2,844 MPa, yang menjadi titik acuan untuk membandingkan kinerja variasi campuran lainnya. Penambahan serat eceng gondok sebesar 1% dengan panjang serat 1 cm menghasilkan kuat lentur rata-rata 2,933 MPa, atau mengalami peningkatan sekitar 3,13% dibandingkan beton normal. Peningkatan ini menunjukkan bahwa serat pendek mampu berfungsi sebagai pengikat mikro yang membantu distribusi tegangan lentur pada beton, sehingga menunda terjadinya retakan awal. Pada variasi panjang serat 2 cm, kuat lentur rata-rata yang diperoleh adalah 3,289 MPa, yang berarti terjadi peningkatan sekitar 15,65% dibandingkan beton normal. Hasil ini mengindikasikan bahwa panjang serat yang sedikit lebih besar mampu memberikan kontribusi yang lebih efektif dalam memperkuat matriks beton terhadap beban lentur.

Serat yang lebih panjang memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk berikatan dengan pasta semen, sehingga lebih mampu menahan propagasi retakan.

Peningkatan paling signifikan tercatat pada variasi panjang serat 3 cm dengan kuat lentur rata-rata 3,467 MPa. Nilai ini lebih tinggi sekitar 21,92% dibandingkan beton normal, yang memperlihatkan bahwa semakin panjang serat yang digunakan, semakin besar pula kontribusinya terhadap kemampuan beton dalam menahan beban lentur. Hal ini konsisten dengan teori material komposit, di mana keberadaan serat yang tersebar merata dalam matriks beton dapat meningkatkan ketangguhan material dengan cara menjembatani retakan dan mengalihkan tegangan dari area retak ke area sekitarnya. Secara umum, tren hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat eceng gondok dengan kadar tetap 1% dari berat semen berpengaruh positif terhadap peningkatan kuat lentur beton, dan efeknya semakin besar seiring bertambahnya panjang serat. Temuan ini juga memperkuat pandangan bahwa meskipun penambahan serat alami cenderung menurunkan kuat tekan, sifat lenturnya justru dapat ditingkatkan secara signifikan, sehingga aplikasi beton berserat lebih potensial untuk komponen yang memerlukan ketahanan terhadap beban tarik dan lentur, seperti pelat tipis, panel dinding, atau elemen non-struktural yang memerlukan daktilitas tinggi.



Gambar 2. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Kuat Lentur Beton

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang sejalan dengan penelitian ini, penelitian mengenai pengujian kuat tekan beton dengan penambahan serat eceng gondok menunjukkan bahwa efektivitas serat tersebut bervariasi berdasarkan proporsi dan panjang serat. Dalam sebuah studi oleh Unitomo et al., kuat tekan beton pada umur 28 hari, tanpa penambahan serat eceng gondok, adalah 23,11 MPa, tetapi mengalami penurunan signifikan terhadap nilai kuat tekan seiring dengan peningkatan komposisi serat; misalnya, pada penambahan serat, kuat tekan turun menjadi 22,45 MPa hingga 17,17 MPa (Unitomo et al., 2022). Selanjutnya, penelitian Hadi menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan serbuk eceng gondok, semakin kecil kuat tekan beton, dengan hasil yang berada di bawah kuat tekan beton normal (Hadi, 2019). Penelitian ini memberikan gambaran potensi negatif dari serat eceng gondok terhadap kekuatan tekan beton, terutama saat diterapkan pada kadar yang lebih tinggi. Selain itu, studi oleh Qorina et al menggambarkan bahwa penggunaan serat eceng gondok dalam komposisi semen-gipsum juga dapat mempengaruhi sifat mekanik, meskipun spesifik pada konteks papan semen-gipsum, dengan hasil uji kuat tekan tertinggi

sebesar 14,52 kg/cm² pada persentase massa gipsum 30% (Qorina et al., 2016). Hasil-hasil ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi kombinasi optimal yang dapat memaksimalkan sifat mekanik beton dengan serat eceng gondok tanpa mengorbankan kekuatan tekan.

Sedangkan untuk kuat lentur beton, berdasarkan hasil penelitian yang ada, penggunaan serat eceng gondok dalam beton menunjukkan potensi yang signifikan untuk meningkatkan kuat lentur meskipun kuat tekan mungkin mengalami penurunan. Dalam studi oleh Qorina et al., penambahan serat eceng gondok pada papan semen-gipsum menunjukkan bahwa meskipun kuat tekan maksimum dicapai pada nilai 14,52 kg/cm², kuat lentur juga meningkat dengan proporsi serat yang tepat (Qorina et al., 2016). Penelitian ini menyoroti pentingnya proporsi dan panjang serat berpengaruh terhadap sifat mekanik beton. Puja et al. menemukan bahwa penambahan serat baja dan serat polypropylene pada beton dapat meningkatkan kuat lentur seiring dengan peningkatan fraksi volume, tetapi tidak menguji serat eceng gondok secara spesifik (Puja et al., 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan serat dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kekuatan lentur, namun detail spesifik mengenai kelemahan pada kekuatan tekan tidak dijelaskan dalam penelitian mereka. Hasbullah dan Jasman mengemukakan bahwa variasi serat dalam campuran beton menghasilkan peningkatan kuat lentur yang signifikan, memberikan bukti bahwa integrasi serat dapat berkontribusi pada kekuatan mekanik beton (Hasbullah & Jasman, 2022). Meskipun studi ini fokus pada serat kelapa, hasilnya relevan untuk memperkuat argumen bahwa variasi panjang serat dapat mempengaruhi performa beton, meskipun perlu diingat bahwa panjang serat yang diuji adalah berbeda dari eceng gondok. Penelitian ini mendorong untuk melakukan variasi panjang serat yang lebih jauh, khususnya dalam rentang panjang yang relevan dengan material yang diuji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat eceng gondok pada campuran beton dengan kadar 1% dari berat semen berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Pada pengujian kuat tekan, seluruh variasi panjang serat menunjukkan penurunan dibandingkan beton normal, dengan penurunan terkecil pada panjang serat 1 cm dan penurunan terbesar pada panjang serat 3 cm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin panjang serat yang digunakan, semakin besar potensi terbentuknya rongga dan ketidakhomogenan dalam matriks beton, yang pada akhirnya mengurangi kemampuan beton dalam menahan beban tekan. Dengan demikian, jawaban untuk rumusan masalah pertama adalah bahwa penambahan serat eceng gondok cenderung menurunkan kuat tekan beton, terutama pada panjang serat yang lebih besar.

Sementara itu, pengujian kuat lentur menunjukkan tren yang berlawanan, di mana seluruh variasi panjang serat menghasilkan peningkatan dibandingkan beton normal. Peningkatan terbesar terjadi pada panjang serat 3 cm, diikuti oleh 2 cm dan 1 cm, yang mengindikasikan bahwa semakin panjang serat, semakin efektif perannya dalam menjembatani retakan dan menyebarkan tegangan lentur. Temuan ini menjawab rumusan masalah kedua bahwa penambahan serat eceng gondok secara konsisten meningkatkan kuat lentur beton, dengan panjang serat yang lebih besar memberikan peningkatan yang lebih signifikan. Hasil penelitian ini juga menegaskan adanya kompromi antara kekuatan tekan dan lentur, sehingga pemilihan panjang serat harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik aplikasi konstruksi yang diinginkan.

REFERENSI

Ardy, R., Maryani, D., & Lisantono, A. (2024). Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Dengan Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Beton. *KoNTekS, 1*(6), 1320-1327.

Bunawan, S., Pratama, C., Ghewa, G., & Suseno, W. (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan Serat Baja 3d Dramix Dan Baja Tulangan Ditinjau Terhadap Kuat Lentur Dan Pola Retak Permukaan Pada Beton (Analysis of The Effect of Using Steel Fiber and Reinforcing Steel on Flexural Strength and Surface Crack Pattern in Concrete). *G-Smart, 7*(2), 106-113.

Hadi, S. (2019). Pengaruh Penambahan Serbuk Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton. *Media Bina Ilmiah, 14*(1), 1949.

Hani, S., & Rini, R. (2018). Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton. *Educational Building, 4*(1).

Hasbullah, H., & Jasman, J. (2022). Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *KARAJATA, 2*(1), 53-57.

Irawan, T., Sutama, A., & Agustini, M. (2023). Studi Mikrostruktur Foamed Concrete Dengan Penambahan Serat Daun Nanas Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). *Jurnal Deformasi, 8*(1), 31-37.

Koesoema, H., & Kushartono, W. (2023). Analisis Penggunaan Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. *JMTS Jurnal Mitra Teknik Sipil, 6*(4) 831-836.

Puja, N., Agustriana, V., & Irianti, L. (2021). Pengaruh Penambahan Serat Baja Dan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain, 8*(4), 681-692.

Purwanto, P., Rahmawati, D., & Sutarno, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *TEKNIKA, 16*(2), 49-57

Putri, L., & Mahyudin, A. (2019). Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok Dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi. *Jurnal Fisika UNAND, 8*(3), 288-294.

Qorina, U., Mahyudin, A., & Handani, S. (2016). Pengaruh Persentase Massa Gipsum Dan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Papan Semen - Gipsum Berserat Enceng Gondok. Jurnal Fisika UNAND, 5(3), 233-237.

Salsabila, N., Hermawan, O., Santoso, T., & Firmansyah, H. (2024). Studi Pengolahan Limbah Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Bahan Campuran Beton K-175. *Jurnal Civil Engineering Study, 4*(2), 1-9.

Sari, D. and Mahyudin, A. (2017). Pengaruh Persentase Serat Eceng Gondok Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Beton Busa. *Jurnal Fisika UNAND, 6*(4), 381-386.

Sulardjaka, S., Nugroho, S., & Ismail, R. (2020). Peningkatan Kekuatan Sifat Mekanis Komposit Serat Alam Menggunakan Serat Enceng Gondok (Tinjauan Pustaka). *TEKNIK, 41*(1), 27-39.

Suryaningsih, S. (2017). Analisa Sifat Adsorpsi Logam Berat Pada Eceng Gondok Dalam Pengelolaan Air Limbah Elektroplating. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia, 7*(1), 44-48.

Unitomo, S., Zuraidah, S., Hastono, K., Trisnawati, E., & Sumaryam, S. (2022). Penggunaan Limbah Batang Eceng Gondok Untuk Beton Fiber. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (PROTEKSI), 4*(2), 96-101.

Wulandari, C., Syaifurrahman, M., Wulandani, T., & Malini, H. (2023). Upaya Penyadaran Petani Dalam Meningkatkan Kualitas Lahan Melalui Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Mencapai Sistem Pertanian Bawang Merah Berkelanjutan. *Jurnal Parikesit, 1*(2), 142-150.