

PENENTUAN KADAR OPTIMUM SERAT ILALANG KERING PADA BETON MUTU K-150

¹⁾Fakhri Fauzi Suwandi, ²⁾Iik Nurul Fadillah, ³⁾Daswa, ⁴⁾Albar Fadhilah Agusti, ⁵⁾Rendy Rifki
Nurrohman.

^{1,2,3,4,5)}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Kuningan

¹⁾fakhri.fauzi@uniku.ac.id, ²⁾iik.nurul@uniku.ac.id, ³⁾daswa@uniku.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 15 April 2026

Disetujui : 29 April 2026

Kata Kunci :

Beton serat alami, ilalang, kadar optimum, kuat tekan, beton K-150.

ABSTRAK

Beton serat alami menjadi alternatif material ramah lingkungan yang mulai banyak dikembangkan, namun penggunaannya masih terbatas akibat potensi penurunan kuat tekan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar optimum serat ilalang kering pada beton mutu K-150 melalui pendekatan analisis eksperimental dan pemodelan regresi. Variasi kadar serat yang digunakan adalah 0%, 2,5%, 5%, dan 10% dari berat semen dengan benda uji berbentuk kubus berukuran $15 \times 15 \times 15$ cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari, dengan fokus analisis pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar serat ilalang menyebabkan penurunan kuat tekan beton secara non-linear. Model regresi polinomial menunjukkan hubungan yang kuat antara kadar serat dan kuat tekan beton dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi. Kuat tekan maksimum diperoleh pada variasi 0% sebesar 14,22 MPa, sedangkan pada kadar 2,5% diperoleh kuat tekan sebesar 13,33 MPa dengan penurunan relatif kecil sebesar 6,26%. Penurunan signifikan terjadi pada kadar 5% dan 10%. Berdasarkan analisis teknis dan fungsional, kadar optimum serat ilalang ditentukan sebesar 2,5% karena memberikan keseimbangan antara kinerja mekanis dan pemanfaatan material ramah lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa serat ilalang berpotensi digunakan sebagai bahan tambah beton dalam jumlah terbatas.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : Apr 15, 2026

Accepted : Apr 29, 2026

Keywords:

Natural fiber concrete, thatch, optimum content, compressive strength, K-150 concrete

ABSTRACT

Natural fiber concrete is an environmentally friendly alternative material that is starting to be widely developed, but its use is still limited due to the potential for reduced compressive strength. This study aims to determine the optimum content of dry grass fiber in K-150 quality concrete through experimental analysis and regression modeling approaches. The fiber content variations used were 0%, 2.5%, 5%, and 10% of the cement weight with cube-shaped test specimens measuring $15 \times 15 \times 15$ cm. Compressive strength testing was carried out at the ages of 7, 14, and 28 days, with the focus of the analysis at the age of 28 days. The results showed that increasing the content of grass fiber caused a non-linear decrease in the compressive strength of concrete. The polynomial regression model showed a strong relationship between fiber content and concrete compressive strength with a high coefficient of determination (R^2) value. The maximum compressive strength was obtained at 0% variation of 14.22 MPa, while at 2.5% content the compressive strength was obtained at 13.33 MPa with a relatively small decrease of 6.26%.

Significant decreases occurred at 5% and 10% content. Based on technical and functional analysis, the optimum content of thatch fiber was determined to be 2.5% because it provides a balance between mechanical performance and environmentally friendly material utilization. This study indicates that thatch fiber has the potential to be used as a concrete admixture in limited quantities.

1. PENDAHULUAN (Times New Roman 12, Bold, spasi 1)

Beton merupakan material konstruksi yang memiliki kekuatan tekan tinggi namun bersifat getas dan memiliki ketahanan tarik yang rendah, sehingga rentan terhadap retak mikro (Neville, 2022). Salah satu metode untuk meningkatkan performa beton adalah dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton, yang terbukti mampu meningkatkan daktilitas dan ketahanan retak (Guruswamy, 2024). Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja beton adalah dengan menambahkan material serat ke dalam campuran beton.

Dalam beberapa tahun terakhir, Penggunaan serat alami sebagai bahan tambah beton semakin berkembang karena sifatnya yang ramah lingkungan, mudah diperoleh, dan ekonomis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa serat alami seperti jerami dan serat tanaman dapat dimanfaatkan dalam beton dengan tujuan meningkatkan keberlanjutan material konstruksi (Doostkami et al., 2025). Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar serat alami dapat menyebabkan penurunan kuat tekan beton akibat meningkatnya porositas dan menurunnya kepadatan matriks beton (Wen et al., 2024). Selain itu, distribusi serat yang tidak merata dapat menyebabkan terbentuknya rongga mikro yang melemahkan struktur beton (Li et al., 2024).

Ilalang merupakan tanaman liar yang melimpah di Indonesia dan belum dimanfaatkan secara optimal dalam bidang konstruksi. Serat ilalang memiliki potensi sebagai bahan tambah beton karena memiliki struktur berserat yang dapat berfungsi sebagai pengikat mikro dalam matriks beton. Meskipun demikian, penggunaan serat ilalang perlu dikaji lebih lanjut, khususnya dalam menentukan kadar yang optimal agar tidak menurunkan kinerja mekanis beton.

Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengaruh penambahan serat terhadap kuat tekan beton, namun belum

secara spesifik menentukan kadar optimum yang memberikan keseimbangan antara kekuatan dan manfaat penggunaan serat alami. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar optimum serat ilalang kering pada beton mutu K-150 berdasarkan analisis hubungan antara variasi kadar serat dan kuat tekan beton.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menganalisis pengaruh penambahan serat alami terhadap kuat tekan beton, penelitian ini secara khusus menekankan pada penentuan kadar optimum serat ilalang berdasarkan pendekatan kuantitatif melalui pemodelan regresi. Selain itu, penggunaan ilalang sebagai serat alami masih sangat terbatas dalam penelitian beton, khususnya pada beton mutu rendah (K-150). Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pemanfaatan material lokal sebagai bahan tambah beton sekaligus menentukan batas optimal penggunaannya agar tetap memenuhi kinerja mekanis yang diharapkan

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Beton dirancang dengan mutu K-150 dan variasi penambahan serat ilalang sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 10% dari berat semen.

Bahan yang digunakan meliputi semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air, dan serat ilalang yang dipotong sepanjang 2–3 cm.



Gambar 1. Wadah berisi ilalang kering.

Benda uji berupa kubus beton berukuran 15 × 15 × 15 cm dengan jumlah 3 sampel untuk

setiap variasi. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Perancangan campuran beton mengacu pada pendekatan empiris dengan perbandingan 1 : 1,5 : 2,5 (semen : pasir : kerikil) yang menghasilkan kuat tekan mendekati mutu K-150 berdasarkan hasil uji. Rasio air-semen (water-cement ratio) yang digunakan adalah sekitar 0,6

Proses pencampuran dilakukan secara manual hingga homogen, kemudian beton dimasukkan ke dalam cetakan kubus dan dipadatkan menggunakan batang besi yang ditusuk secara manual. Setelah 24 jam, benda uji dilepas dari cetakan dan dilakukan perawatan (curing) dengan metode perendaman hingga umur 28 hari.

Analisis data dilakukan dengan:

1. Membandingkan kuat tekan tiap variasi
2. Menganalisis hubungan kadar serat terhadap kuat tekan
3. Menentukan kadar optimum berdasarkan kinerja terbaik

Diagram alir penelitian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton menurun seiring dengan meningkatnya kadar serat ilalang. Pada umur 28 hari, beton tanpa serat memiliki kuat tekan sebesar 14,22 MPa, sedangkan pada kadar 2,5% sebesar 13,33 MPa. Penurunan signifikan terjadi pada kadar 5% dan 10% masing-masing sebesar 5,78 MPa dan 1,78 MPa.

Untuk memperjelas tren, dilakukan pemodelan hubungan kadar serat (x, %) terhadap kuat tekan (y, MPa) menggunakan regresi polinomial orde dua:

$$y = -0,108x^2 - 0,512x + 14,22$$

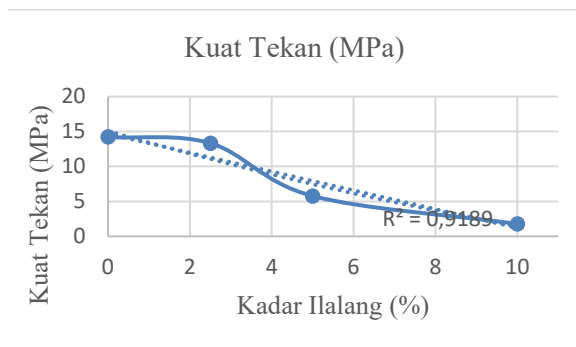
Model ini menunjukkan kecenderungan penurunan non-linear dengan koefisien determinasi yang tinggi (R^2 mendekati 1 untuk data terbatas), sehingga cukup representatif untuk menggambarkan perilaku beton serat ilalang.

Pola hubungan non-linear antara kadar serat dan kuat tekan beton juga dilaporkan dalam beberapa penelitian sebelumnya, dimana terjadi penurunan kekuatan yang semakin tajam setelah melewati kadar tertentu. Hal ini menunjukkan adanya batas optimum penggunaan serat dalam beton (threshold behavior) yang perlu diperhatikan dalam perancangan campuran beton ((Li et al., 2024; Zhang et al., 2023)). Model regresi polinomial sering digunakan untuk menggambarkan hubungan tersebut karena mampu merepresentasikan perilaku non-linear secara lebih akurat (Gupta & Singh, 2023).

3.2 Analisis Grafik dan Kurva Tren

Penentuan kadar optimum dalam beton serat alami tidak selalu didasarkan pada nilai kuat tekan maksimum, melainkan pada keseimbangan antara kinerja mekanis dan manfaat tambahan yang diberikan oleh serat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat dalam jumlah kecil dapat meningkatkan ketahanan retak tanpa menurunkan kuat tekan secara signifikan (Prakash & Rao, 2021; Rahman & Islam, 2023). Oleh karena itu, pendekatan optimasi dalam penelitian ini sejalan dengan konsep desain material berkelanjutan yang mempertimbangkan aspek teknis dan lingkungan secara bersamaan (Thomas & Mathews, 2022).

Jika divisualisasikan dalam grafik (x: kadar serat; y: kuat tekan 28 hari), titik data membentuk kurva menurun yang semakin curam setelah 2,5%. Kurva regresi memperlihatkan bahwa penambahan serat di atas ambang tertentu menyebabkan degradasi kekuatan yang signifikan.



Gambar 3. Grafik hubungan kadar serat (%) dan kuat tekan (MPa)

Hubungan antara kadar serat ilalang dan kuat tekan beton dimodelkan menggunakan regresi polinomial orde dua. Hasil analisis menunjukkan bahwa model memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar **0,918**, yang menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan hubungan antara variabel dengan tingkat akurasi yang sangat baik

3.3 Analisis Optimasi Kadar Serat

Penentuan kadar optimum dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kuat tekan beton dan pemanfaatan serat alami. Meskipun kuat tekan maksimum diperoleh pada beton tanpa serat, penggunaan serat tetap diharapkan memberikan manfaat tambahan.

Penentuan kadar optimum tidak hanya didasarkan pada nilai maksimum absolut, tetapi pada kompromi antara performa mekanis dan manfaat material. Secara matematis, nilai maksimum model terjadi pada $x \approx 0\%$, namun dari perspektif rekayasa material berkelanjutan, penggunaan serat tetap diinginkan.

Pada kadar 2,5%, penurunan kuat tekan relatif kecil yaitu sekitar 6,26% dibandingkan beton normal. Namun pada kadar 5% dan 10%, penurunan mencapai lebih dari 50% dan 80%.

Dengan demikian, kadar 2,5% dapat dianggap sebagai kadar optimum karena memberikan kompromi terbaik antara kekuatan dan pemanfaatan material ramah lingkungan.

3.4 Analisis Mekanisme Penurunan Kuat Tekan

Penurunan kuat tekan beton dengan meningkatnya kadar serat disebabkan oleh beberapa faktor. Pada kadar rendah, serat dapat

berfungsi sebagai pengikat mikro yang membantu menghambat retak. Namun pada kadar tinggi, serat menyebabkan distribusi campuran menjadi tidak homogen dan meningkatkan porositas.

Selain itu, serat ilalang memiliki kemampuan menyerap air yang dapat mengganggu rasio air-semen efektif, sehingga mempengaruhi proses hidrasi dan kekuatan beton.

Fenomena lain yang terjadi adalah terbentuknya rongga akibat penggumpalan serat (*balling effect*), yang menyebabkan penurunan kepadatan beton.



Gambar 3. Pola kerusakan beton setelah uji tekan pada variasi kadar serat ilalang.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa beton dengan kadar serat ilalang yang lebih tinggi menunjukkan pola kerusakan yang tidak teratur dan cenderung rapuh. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan porositas dan distribusi serat yang tidak merata (*fiber dispersion*), yang menyebabkan terbentuknya rongga (*void formation*) dalam struktur beton

Penurunan kuat tekan pada kadar serat tinggi dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme mikrostruktur:

1) *Fiber Dispersion* Pada kadar rendah, serat terdistribusi relatif merata (*uniform fiber dispersion*) dan berfungsi sebagai jembatan mikro (*crack-bridging*). Pada kadar rendah, serat dapat terdistribusi secara merata dan berfungsi sebagai pengikat mikro, namun pada kadar tinggi terjadi ketidakmerataan distribusi serat (*fiber dispersion*) yang menyebabkan penurunan kekuatan beton (Rahman & Islam, 2023; Sharma & Gupta, 2023)

2) *Void Formation* Peningkatan kadar serat memicu terbentuknya rongga (*void formation*) akibat terperangkapnya udara dan kesulitan pemadatan. Peningkatan kadar serat juga menyebabkan terbentuknya rongga dalam beton akibat kesulitan dalam proses pencampuran dan pemadatan. Rongga ini meningkatkan porositas dan menurunkan kekuatan tekan beton (Singh & Sharma, 2021; Wen et al., 2024)

3) Interfacial Bonding Ikatan antara serat dan pasta semen (interfacial bonding) menjadi tidak optimal pada kadar tinggi. Permukaan serat alami yang menyerap air mengganggu rasio air-semen efektif, sehingga proses hidrasi tidak berlangsung optimal. Kualitas ikatan antara serat dan pasta semen (interfacial bonding) sangat mempengaruhi kekuatan beton, dimana ikatan yang lemah dapat menyebabkan terjadinya kegagalan struktur lebih awal (Karthik & Reddy, 2022; Yadav & Gupta, 2022)

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan kadar serat alami dapat menurunkan kuat tekan akibat meningkatnya porositas dan ketidakteraturan struktur internal beton dimana Serat alami memiliki kemampuan menyerap air yang dapat mempengaruhi rasio air-semen efektif dan mengganggu proses hidrasi semen (Doostkami et al., 2025)). Secara umum, berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar serat alami yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penurunan sifat mekanis beton akibat interaksi kompleks antara porositas, distribusi serat, dan kualitas ikatan matriks (Li et al., 2024; Rahman & Islam, 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kuat tekan tidak bersifat linear, melainkan menunjukkan pola degradasi yang semakin tajam setelah kadar serat melebihi 2,5%. Hal ini mengindikasikan adanya ambang batas (threshold) dalam penggunaan serat alami, dimana pada kadar tertentu struktur internal beton mulai terganggu secara signifikan. Fenomena ini penting dalam perancangan beton ramah lingkungan karena menunjukkan bahwa tidak semua peningkatan penggunaan material alami memberikan dampak positif terhadap kinerja mekanis beton.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat ilalang berpengaruh terhadap kuat tekan beton dan cenderung menurunkan nilai kuat tekan seiring dengan peningkatan kadar serat. Hubungan antara kadar serat dan kuat tekan menunjukkan pola penurunan non-linear, dimana penurunan menjadi signifikan pada kadar di atas 2,5%. Kadar optimum serat

ilalang diperoleh pada variasi 2,5% dengan kuat tekan sebesar 13,33 MPa, yang masih mendekati beton normal dengan penurunan relatif kecil. Oleh karena itu, kadar tersebut dapat dianggap sebagai kompromi terbaik antara kinerja mekanis beton dan pemanfaatan material ramah lingkungan.

4.2. Saran

Saran berdasarkan temuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji pengaruh serat ilalang terhadap sifat lain seperti kuat tarik belah, kuat lentur, dan durabilitas beton.
2. Perlu dilakukan variasi ukuran dan perlakuan awal serat ilalang untuk meningkatkan kualitas ikatan dengan matriks beton.
3. Penelitian lanjutan juga dapat mengkaji kombinasi serat ilalang dengan bahan tambah lain untuk meningkatkan performa beton

5. DAFTAR PUSTAKA

- Doostkami, H., Hernández-Figueirido, D., Albero, V., Piquer, A., Serna, P., & Roig-Flores, M. (2025). *Experimental study on the valorization of rice straw as fiber for concrete*. *Fibers*, 13(3), 28.
- Guruswamy, K. P. (2024). *Coir fibre reinforced concrete for enhanced compressive strength and sustainability*. *Heliyon*, 10(21).
- Karthik, V., & Reddy, P. (2022). *Behavior of natural fiber reinforced concrete*. *Case Studies in Construction Materials*, 17.
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, T. (2024). *Corn straw fiber reinforced concrete: mechanical properties and durability*. *Journal of Building Engineering*, 89.
- Prakash, S., & Rao, V. (2021). *Sustainable concrete using agricultural fibers*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33.
- Rahman, M., & Islam, M. (2023). *Mechanical properties of fiber reinforced concrete composites*. *Materials Research Express*, 10.
- Sharma, N., & Gupta, A. (2023). *Natural fiber reinforced cement composites: experimental study*. *Materials Today Communications*, 35.

- Singh, B., & Sharma, P. (2021). Effect of natural fibers on compressive strength of concrete. Construction Materials, 174.*
- Thomas, B., & Mathews, J. (2022). Fiber reinforced concrete for sustainable construction. Journal of Materials Research and Technology, 18.*
- Wen, L., Yan, C., Shi, Y., & Wang, Z. (2024). Mechanical and thermophysical properties of concrete with straw fiber and straw ash. BioResources, 19(4), 8007–8021.*
- Yadav, A., & Gupta, R. (2022). Experimental investigation on fiber reinforced concrete. International Journal of Civil Engineering, 20.*
- Zhang, H., Liu, Y., & Chen, Z. (2023). Natural fiber reinforced concrete: mechanical behavior and durability. Construction and Building Materials, 362, 134008. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134008>*