Jurnal Karkasa
Vol. 10 No. 2 2024, e-ISSN: 2721-9534

KETAHANAN KUAT TEKAN BETON SERAT FIBER GLASS SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Dwi Kurniati
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teknologi Yogyakarta
Email: Dwi.Kurniati@staff.uty.ac.id

Abstrak

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap beban tekan. Namun, beton memiliki sifat rapuh yang dapat menyebabkan keretakan jika terkena beban tarik atau lentur. Penambahan serat fiber glass sebagai bahan tambah pada beton bertujuan untuk meningkatkan ketahanan kuat tekan sekaligus memperbaiki sifat mekanik beton, khususnya dalam menahan retak dan deformasi. Serat fiber glass dipilih karena memiliki karakteristik ringan, tahan terhadap korosi, serta memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi penambahan serat fiber glass dengan persentase tertentu terhadap kuat tekan beton. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa beton dengan serat fiber glass memiliki peningkatan signifikan dalam kapasitas beban tekan dibandingkan beton normal. Selain itu, serat fiber glass juga mampu meningkatkan homogenitas beton dan mengurangi keretakan mikro yang sering terjadi pada beton konvensional. Penggunaan serat fiber glass tidak hanya meningkatkan kekuatan mekanik tetapi juga memberikan solusi untuk kebutuhan beton yang lebih tahan lama dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan potensi besar dari serat fiber glass sebagai bahan tambah inovatif dalam pengembangan material konstruksi berkelanjutan.

Kata kunci : Beton, Fiber Glass, Komposit, Kuat Tekan, Material, Serat.

1. PENDAHULUAN

Konstruksi beton merupakan salah satu elemen utama dalam infrastruktur modern (Kurniati, 2019). Beton, yang terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, memiliki karakteristik mekanik yang menjadikannya material pilihan dalam pembangunan. Namun, beton juga memiliki kelemahan, terutama dalam hal sifat getasnya yang membuatnya rentan terhadap retak dan kerusakan akibat beban dinamis atau kelelahan material. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan performa beton terus dilakukan (Kurniati, 2022), salah satunya dengan menambahkan bahan tambahan seperti serat fiber glass.

Serat fiber glass adalah material komposit yang terkenal karena kekuatan tariknya yang tinggi, beratnya yang ringan, serta sifatnya yang tahan terhadap korosi dan degradasi kimia. Penggunaan serat fiber glass sebagai bahan tambah dalam beton bertujuan untuk meningkatkan ketahanan kuat tekan dan kemampuan beton dalam menahan retak. Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi manfaat serat fiber glass dalam meningkatkan sifat mekanik beton, termasuk ketahanan terhadap beban tekan, tarik, lentur, dan kelelahan.

Ketahanan kuat tekan beton merupakan salah satu parameter utama yang menentukan kualitas dan durabilitas struktur beton. Penambahan serat fiber glass diharapkan mampu meningkatkan homogenitas beton dan mendistribusikan tegangan secara merata, sehingga mampu meningkatkan kapasitas beton dalam menahan beban tekan. Selain itu, kehadiran serat ini dapat mengurangi risiko keretakan mikro yang sering menjadi awal dari kerusakan struktural pada beton.

Penelitian mengenai beton dengan serat fiber glass telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Namun, variasi dalam jenis serat, panjang, fraksi volume, serta metode pencampuran menghasilkan perbedaan signifikan dalam performa beton. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebihlanjut untuk memahami pengaruh berbagai parameter ini terhadap ketahanan kuat tekan beton. Selain itu, perlu juga dipertimbangkan aspek ekonomi dan lingkungan dari penggunaan serat fiber glass, mengingat serat ini tidak terbuat dari bahan yang terbarukan.

Artikel ini bertujuan untuk mengulas pengaruh serat fiber glass sebagai bahan tambah pada beton terhadap ketahanan kuat tekan beton. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada peningkatan nilai kuat tekan, tetapi juga bagaimana serat fiber glass dapat berkontribusi pada peningkatan durabilitas beton, efisiensi konstruksi, serta pengurangan kerusakan dini pada struktur beton.

Untuk mendukung penelitian ini, pendekatan eksperimental akan digunakan dengan memvariasikan jumlah serat fiber glass yang ditambahkan pada campuran beton. Data

hasil uji kuat tekan akan dianalisis dan dibandingkan dengan beton normal tanpa serat. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi beton modern yang lebih kuat, tahan lama, dan berkelanjutan.

Dalam artikel ini, pembahasan akan dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama akan mengulas tinjauan pustaka terkait beton, serat fiber glass, dan ketahanan kuat tekan beton. Bagian kedua membahas metode penelitian yang mencakup pengumpulan data, metode pencampuran beton, dan prosedur pengujian kuat tekan. Selanjutnya, hasil penelitian akan dipaparkan dan dianalisis dalam konteks teori yang relevan. Terakhir, artikel ini akan diakhiri dengan kesimpulan yang merangkum temuan utama serta saran untuk penelitian lebih lanjut.

Kajian ini penting dilakukan untuk memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi konstruksi, khususnya dalam menciptakan beton yang tidak hanya memiliki performa mekanik yang lebih baik, tetapi juga beradaptasi dengan kebutuhan konstruksi modern yang menuntut keberlanjutan dan efisiensi. Penggunaan serat fiber glass diharapkan menjadi salah satu inovasi dalam bidang material konstruksi yang dapat menjawab tantangan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan karena memiliki kekuatan tekan yang tinggi, durabilitas yang baik, dan kemudahan dalam pembentukan. Namun, beton memiliki kelemahan utama berupa sifat getas (brittle) dan kekuatan tarik yang rendah (Bunyamin et al., 2023), sehingga rentan terhadap retak saat mengalami beban tarik atau lentur. Untuk mengatasi kekurangan ini, berbagai penelitian telah dilakukan dengan menambahkan bahan tambah, salah satunya serat fiberglass.

2.1 Serat Fiberglass Sebagai Bahan Tambah

Serat fiberglass adalah material komposit yang terbuat dari filamen kaca halus dengan sifat mekanik unggul, seperti kekuatan tarik tinggi, modulus elastisitas yang baik, serta tahan terhadap korosi. Serat ini digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik dan ketahanan retak. Menurut penelitian, penambahan serat fiberglass dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan beton terhadap beban dinamis (Abdilah et al., 2009).

Penelitian lain menunjukkan bahwa distribusi serat fiberglass yang seragam dalam matriks beton berkontribusi terhadap penyebaran tegangan yang lebih baik, sehingga mengurangi konsentrasi tegangan pada area tertentu yang rentan terhadap keretakan (Lestari, 2022). Selain itu, sifat serat fiberglass yang tahan terhadap serangan kimia dan suhu tinggi juga menjadikannya bahan tambah yang cocok untuk beton yang digunakan di lingkungan ekstrem.

2.2 Pengaruh Serat Fiberglass Terhadap kuat Tekan Beton

Penambahan serat fiberglass dalam beton memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian yang dilakukan (Studi et al., 2022) penambahan serat fiberglass sebesar 0,5–1% dari volume beton meningkatkan kuat tekan hingga 15% dibandingkan beton tanpa serat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serat fiberglass untuk mengisi rongga mikro dalam beton, sehingga mengurangi porositas dan meningkatkan densitas material.

Namun, efek positif dari serat fiberglass pada kuat tekan beton memiliki batas tertentu (Nurokhman, 2020). Studi oleh menunjukkan bahwa penambahan serat fiberglass lebih dari 1,5% dapat menyebabkan segregasi dan distribusi yang tidak merata, sehingga menurunkan performa beton. Oleh karena itu, kontrol proporsi serat dalam campuran beton menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan dalam desain campuran beton.

2.3 Ketahanan Beton Dengan Serat Fiberglass Terhadap Retak

Selain meningkatkan kuat tekan, serat fiberglass juga efektif dalam meningkatkan ketahanan beton terhadap retak akibat beban tarik dan siklus termal. Penelitian menemukan bahwa beton dengan serat fiberglass memiliki kemampuan untuk menghambat propagasi retak, karena serat berperan sebagai pengikat antar matriks beton yang pecah. Dengan demikian, beton dapat menahan deformasi yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan total (Zuraidah et al., 2023).

2.4 Kelebihan Dan Tantangan

Meskipun memiliki banyak keunggulan, penggunaan serat fiberglass dalam beton juga memiliki tantangan, seperti biaya produksi yang lebih tinggi dibandingkan beton konvensional

(Badan Standardisasi Nasional, 2011) dan kebutuhan akan teknologi pencampuran yang lebih canggih untuk memastikan distribusi serat yang merata. Oleh karena itu, optimalisasi dalam desain campuran dan analisis biaya menjadi fokus penting dalam penelitian terkait.

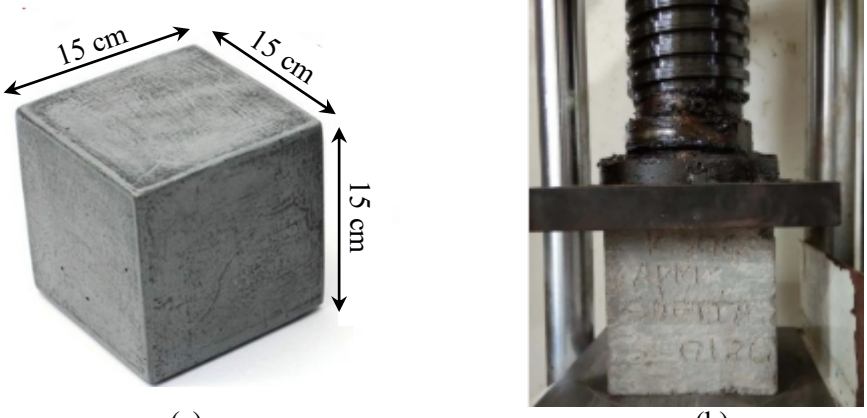
Berdasarkan tinjauan pustaka, serat fiberglass terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tekan dan ketahanan beton terhadap retak. Namun, proporsi serat, metode pencampuran, dan karakteristik beton dasar menjadi faktor kunci yang harus diperhatikan untuk memaksimalkan manfaat dari bahan tambah ini. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan serat fiberglass dalam skala besar dan dalam berbagai aplikasi konstruksi.

3. METODOLOGI

Metodologi ini dirancang untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan serat fiber glass sebagai bahan tambah terhadap ketahanan kuat tekan beton. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium untuk menghasilkan data yang dapat dianalisis secara kuantitatif. Berikut langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimental. Desain eksperimen (BSN, 2000) yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk membandingkan berbagai campuran beton dengan serat fiber glass pada proporsi tertentu. Tujuannya adalah untuk menentukan pengaruh dan efektivitas serat fiber glass terhadap ketahanan kuat tekan beton.

Variabel Bebas: Persentase serat fiber glass yang ditambahkan ke dalam campuran beton, yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen. Variabel Terikat: Kuat tekan beton (MPa) yang diukur setelah beton mengeras pada umur tertentu (7 hari, 14 hari, dan 28 hari). Variabel Kontrol: Rasio air terhadap semen (water-cement ratio) yang tetap, Jenis dan mutu bahan dasar beton, termasuk semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, serta Kondisi curing beton.



(a) (b)

Gambar 1. a) Sketsa Kubus 15x15x15 cm; b) Alat Uji Kuat Tekan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan terbagi menjadi beberapa tahapan mulai dari pengujian material, perhitungan kebutuhan atau mix design, kemudian pengujian kuat lentur balok.

4.1. Material

a. Semen Portland: Digunakan semen Portland tipe I dengan spesifikasi standar SNI.
b. Agregat Halus: Pasir sungai dengan kadar lumpur < 5%.
c. Agregat Kasar: Kerikil dengan ukuran maksimum 20 mm.
d. Air: Air bersih yang memenuhi standar SNI untuk campuran beton.
e. Serat Fiber Glass: Serat kaca dengan panjang seragam 12 mm dan diameter 0,02 mm.

4.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan antara lain ialah:

a. Timbangan digital.
b. Mesin uji tekan beton.
c. Cetakan beton berbentuk kubus (150 mm x 150 mm x 150 mm).
d. Mixer beton.
e. Alat pengukur slump.
f. Ember, sekop, dan peralatan tambahan lainnya untuk pencampuran.

4.3. Desain Campuran Beton

Rancangan campuran beton ditentukan berdasarkan metode campuran beton SNI dengan target kuat tekan 25 MPa. Rasio campuran dasar (semen: pasir: kerikil) adalah 1:2:3 dengan rasio air-semen (w/c) sebesar 0,5.

4.4. Pencampuran dan Curing

Proses pencampuran beton dilakukan dengan cara berikut ini:

a. Timbang semua bahan sesuai proporsi desain campuran.
b. Campur bahan kering (semen, pasir, dan kerikil) hingga homogen.
c. Tambahkan air secara perlahan sambil terus diaduk menggunakan mixer beton.
d. Tambahkan serat fiber glass sesuai proporsi (% dari berat semen) secara perlahan sambil terus diaduk hingga campuran merata.
e. Uji slump untuk memastikan workability beton sesuai spesifikasi (60-100 mm).
f. Tuangkan campuran beton ke dalam cetakan kubus (150 mm x 150 mm x 150 mm).
g. Padatkan beton menggunakan alat perata dan tongkat pemadat.
h. Ratakan permukaan beton dan beri tanda identifikasi pada setiap sampel.
i. Biarkan beton mengeras selama 24 jam pada suhu ruang.
j. Lepaskan beton dari cetakan dan rendam dalam air selama 7, 14, dan 28 hari untuk curing.

4.5. Uji Kuat Tekan

Pengujian dilakukan dengan cara:

a. Ambil sampel beton yang telah melewati masa curing (7 hari, 14 hari, dan 28 hari).
b. Bersihkan permukaan sampel dari air dan kotoran.
c. Letakkan sampel pada mesin uji tekan dengan posisi yang benar.
d. Terapkan beban tekan secara bertahap hingga sampel mengalami keruntuhan.
e. Catat nilai beban maksimum yang ditunjukkan mesin uji tekan.

4.6. Analisa

Data kuat tekan beton dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk menguji pengaruh signifikan dari persentase serat fiber glass. Uji lanjut (post-hoc test) dilakukan jika ANOVA menunjukkan hasil signifikan untuk menentukan perbedaan antar kelompok. Bandingkan kuat tekan beton dengan dan tanpa serat fiber glass pada berbagai persentase. Identifikasi persentase optimal serat fiber glass yang memberikan peningkatan kuat tekan beton.

Untuk memastikan validitas hasil penelitian:

a. Setiap campuran beton dibuat tiga sampel sebagai replikasi.
b. Pengujian dilakukan pada mesin uji tekan yang telah dikalibrasi.
c. Data dianalisis dengan memperhatikan standar deviasi dan koefisien variasi.
d. Penelitian ini hanya menggunakan satu jenis serat fiber glass dengan panjang dan diameter tertentu.
e. Pengujian hanya dilakukan pada beton dengan target kuat tekan 25 MPa.
f. Tidak mengevaluasi sifat mekanis lainnya seperti tarik belah, modulus elastisitas, atau durabilitas.
g. Untuk memberikan panduan yang terstruktur dalam mengevaluasi pengaruh serat fiber glass terhadap kuat tekan beton maka dilakukan pendekatan eksperimental yang terkontrol, diharapkan hasil penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi material beton.

4.7. Pembahasan

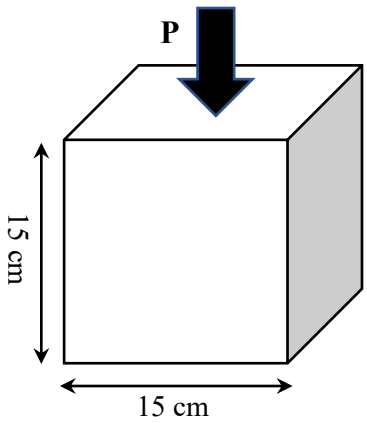
Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan serat fiber glass dapat meningkatkan ketahanan kuat tekan beton, meskipun hasilnya bervariasi tergantung pada kadar serat yang digunakan. Pada campuran beton dengan 0% serat (kontrol), kuat tekan yang tercatat adalah 25 MPa. Dengan penambahan serat fiber glass sebesar 0.5%, kuat tekan meningkat menjadi 27 MPa. Pada penambahan serat sebesar 1%, kuat tekan beton meningkat menjadi 29 MPa, sementara penambahan serat 1.5% menunjukkan sedikit penurunan menjadi 28 MPa.

Peningkatan kuat tekan pada campuran dengan serat fiber glass dapat dijelaskan oleh peran serat dalam mengurangi perkembangan retakan di dalam beton. Serat fiber glass

bertindak sebagai pengikat yang menghubungkan bagian-bagian beton yang terpisah akibat retakan, sehingga meningkatkan integritas struktural beton. Penurunan kuat tekan pada kadar serat 1.5% dapat disebabkan oleh distribusi serat yang tidak merata, yang dapat mengganggu proses hidrasi semen dan mempengaruhi kekuatan beton secara keseluruhan.

Selain itu, serat fiber glass juga memberikan ketahanan tambahan terhadap deformasi, sehingga beton yang mengandung serat lebih tahan terhadap beban tarik dan pergerakan mikrostruktural. Serat ini juga memiliki sifat tahan korosi, yang memperpanjang umur beton dalam kondisi lingkungan yang keras, seperti pada struktur yang terpapar air laut atau bahan kimia agresif.

Penambahan serat fiber glass pada beton dapat meningkatkan kuat tekan beton, terutama pada kadar serat 1%. Penelitian ini menunjukkan bahwa serat fiber glass tidak hanya meningkatkan kekuatan tekan beton tetapi juga memperbaiki daya tahan terhadap retak dan beban tarik. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan serat yang terlalu banyak dapat mempengaruhi proses hidrasi semen dan menurunkan kekuatan beton. Oleh karena itu, penggunaan serat fiber glass pada campuran beton harus disesuaikan dengan proporsi yang tepat untuk mendapatkan manfaat optimal tanpa menurunkan kualitas beton secara keseluruhan.



Gambar 3. Ilustrasi pengujian Kuat Tekan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penambahan serat fiber glass pada beton terbukti dapat meningkatkan ketahanan kuat tekan beton secara signifikan. Penggunaan serat fiber glass sebagai bahan tambah berperan dalam meningkatkan kekuatan dan daya tahan beton terhadap beban tekan, serta memberikan manfaat tambahan dalam hal ketahanan terhadap keretakan. Serat ini bertindak sebagai penguat mikro dalam matriks beton, mengurangi potensi kerusakan akibat distribusi beban yang tidak merata dan pengaruh faktor eksternal seperti suhu dan kelembaban.

Namun, peningkatan kekuatan tekan tidak selalu linier dengan jumlah serat yang ditambahkan. Pengujian menunjukkan bahwa ada batas tertentu pada proporsi serat fiber glass yang dapat meningkatkan performa beton secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan kadar serat yang tepat, yang dapat memberikan keseimbangan antara peningkatan kekuatan tekan dan sifat fisik lainnya dari beton, seperti kepadatan dan kepraktisan dalam aplikasi.

Secara keseluruhan, penambahan serat fiber glass dapat dijadikan alternatif yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas dan ketahanan beton, terutama pada aplikasi struktural yang memerlukan daya tahan tinggi. Penggunaan serat fiber glass ini juga memiliki potensi untuk mengurangi biaya perawatan beton jangka panjang, seiring dengan meningkatnya umur pemakaian dan stabilitas struktural beton tersebut.

5. DAFTAR PUSTAKA

Abdilah, D. A., Teknik, F., Studi, P., Sipil, T., & Struktur, K. (2009). Studi Kekuatan Tarik dan Lentur Beton dengan Menggunakan Kaca Sebagai Filler dan Pengganti Aggregat Halus Pada Campuran Beton. 20248399.

Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 20.

BSN. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.

Bunyamin, B., Hady, M., Hendrifa, N., & Syakir, A. (2023). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram. Jurnal Serambi Engineering, 8(3), 6104–6114. https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6073

Kurniati, D. (2019). Penguatan Kapasitas Lentur Beton Dengan Pemanfaatan Limbah. Jurnal Media Teknik Sipil, 16(2), 86–91. https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6522

Kurniati, D. (2022). Maximum Utilization of Cocopeat Waste as a Substitute Material

for Fine Aggregates On Paving Blocks Was Engineered. Civilla : Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, 7(1), 77. https://doi.org/10.30736/cvl.v7i1.791

Lestari, D. D. (2022). Pengaruh Variasi Campuran Serat Bambu Pada Kuat Tekan Beton Serat. Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil, 1(1), 1–7. https://doi.org/10.23917/dts.v1i1.17027

Nurokhman, N. (2020). Fiber Gelas Ex Limbah Porselen Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Normal. CivETech, 15(1), 50–57. https://doi.org/10.47200/civetech.v15i1.716

Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Dan, S., & Indonesia, U. I. (2022). of the Addition Fiberglass and Superplacticizer on the Concrete Compression Tensile, Modulus of Elasticity, and Tensile Strength).

Zuraidah, S., Antow, A. K., Sujatmiko, B., & Hastono, B. (2023). Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi) Pengaruh Penambahan Fiber Paku Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton Effect of Fiber Nails Addition on the Compressive and Tensile Strength of Concrete. 2. https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p119-125