

Pengaruh Penambahan Serat Karbon Terhadap Kuat Tekan & Kuat Tarik Belah Campuran Beton

ANDI MARWAN FACHRIZ¹, EUNEKE WIDYANINGSIH²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: andimarwan120@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat karbon pada campuran beton dengan variasi 1% dan 2% serat karbon dari volume substitusi agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Beton yang digunakan pada penelitian ini menggunakan perbandingan campuran standar dan penambahan serat karbon pada dua variasi kadar, yaitu 1% dan 2%. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk mengukur kuat tekan dan kuat tarik belah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat karbon 1% memberikan peningkatan yang signifikan pada kuat tekan sebesar 7,2%, mencapai nilai 32,43 MPa, dan peningkatan kuat tarik belah sebesar 13,99%, dengan nilai 3,999 MPa. Sementara itu, penambahan serat karbon 2% hanya memberikan peningkatan yang minimal pada kedua parameter, yaitu 0,1% pada kuat tekan (30,29 MPa) dan 8,72% pada kuat tarik belah (3,815 MPa). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat karbon pada beton dapat meningkatkan kekuatan mekanik beton, dan kadar serat karbon 1% lebih efektif dibandingkan dengan kadar 2% dalam meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Kata kunci: beton, serat karbon, kuat tekan, kuat tarik belah, agregat halus.

1. PENDAHULUAN

Beton adalah bahan konstruksi utama yang digunakan secara luas dalam berbagai proyek, namun memiliki kelemahan dalam menahan beban tarik, yang dapat menyebabkan retak dan kegagalan struktur. Oleh karena itu, penguatan beton sangat penting untuk meningkatkan sifat tariknya. Salah satu inovasi yang semakin berkembang dalam dunia konstruksi adalah penggunaan campuran beton serat karbon. Campuran ini menggabungkan keunggulan beton konvensional dengan penambahan serat karbon yang memberikan kekuatan tambahan serta mengurangi kelemahan beton biasa.

Serat karbon, yang terbuat dari filamen karbon kristal dengan diameter sangat kecil, memiliki sifat ringan, kuat, tahan terhadap karat, serta tahan terhadap panas dan abrasi kimia. Karena sifat-sifatnya yang unggul, serat karbon sering digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit. Keunggulan serat karbon ini menjadikannya pilihan ideal dalam memperkuat beton, memberikan kekuatan tarik yang lebih baik, serta meningkatkan daya tahan struktur terhadap kerusakan. Penggunaan beton serat karbon menjadi salah satu solusi inovatif untuk memperbaiki kinerja dan ketahanan struktur bangunan modern.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Serat

Beton serat merupakan beton yang diperkuat dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya, seperti kekuatan tarik, ketahanan terhadap retakan, dan ketahanan terhadap keausan. Serat yang digunakan dapat berasal dari berbagai jenis bahan, seperti baja, plastik, kaca, atau serat alami. Penambahan serat pada beton dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis beton dengan meningkatkan distribusi tegangan dan mengurangi pembentukan retak pada beton.

Serat karbon, yang dikenal karena kekuatan dan kekakuannya yang tinggi, dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap pembebanan yang lebih besar. Penggunaan beton serat telah banyak dipelajari, baik pada beton prategang maupun beton bertulang, dengan tujuan untuk memperoleh kualitas beton yang lebih baik pada berbagai aplikasi konstruksi.

2.2 Bahan Tambah

Serat karbon merupakan bahan yang memiliki sifat mekanik yang sangat baik, seperti kekuatan tarik yang tinggi, berat jenis yang rendah, serta ketahanan terhadap korosi dan perubahan suhu ekstrem. Karakteristik ini menjadikan serat karbon sebagai bahan yang ideal untuk digunakan dalam campuran beton, khususnya dalam meningkatkan kekuatan tarik dan daya tahan beton terhadap faktor-faktor eksternal yang dapat menyebabkan kerusakan.

Serat karbon pada beton berfungsi untuk mengurangi potensi keretakan dan meningkatkan kemampuan beton dalam menahan tegangan tarik. Penambahan serat karbon dapat mengurangi pergerakan retak pada beton, sekaligus meningkatkan ketahanan beton terhadap beban dinamis dan statis. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa serat karbon juga dapat meningkatkan kohesi antara agregat dan pasta semen, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas beton secara keseluruhan.

2.3 Serat Karbon

Serat karbon terbentuk melalui proses pemanasan bahan organik seperti polyacrylonitrile (PAN) pada suhu tinggi, menghilangkan unsur lain selain karbon. Proses ini menghasilkan serat dengan struktur karbon murni yang sangat kuat dan ringan, serta tahan terhadap korosi dan suhu tinggi. Serat karbon digunakan untuk memperkuat material komposit seperti beton, memberikan kekuatan tarik yang sangat tinggi.

- Bahan dasar utama serat karbon adalah PAN, rayon, atau pitch. Dari ketiga bahan ini, PAN paling sering digunakan karena menghasilkan serat dengan kekuatan mekanik terbaik. Serat karbon memiliki diameter kecil, namun kekuatan tariknya mencapai lebih dari 3.500 MPa, jauh lebih tinggi daripada baja, dan tahan terhadap korosi serta suhu ekstrem.
- Jenis yang digunakan yaitu jenis karbon forged yang dimana jenis serat karbon yang diproses dengan teknik pemadatan menggunakan suhu dan tekanan tinggi. Hasilnya adalah serat karbon lebih padat dan kuat, namun tetap ringan. Jenis serat ini sering digunakan pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan ekstra, seperti pada industri otomotif dan penerbangan. Dalam beton, penambahan karbon forged meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah, memperbaiki distribusi beban dan mengurangi retakan.

2.4 Perawatan

Sering disebut *curing* adalah perawatan beton yang dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Karena jika hal tersebut terjadi, maka beton akan mengalami keretakan akibat kehilangan air yang begitu cepat.

2.5 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur tingkat konsistensi dari adonan beton yang baru dibuat sebelum digunakan. Semakin kecil nilai *slump* maka semakin kental kondisi campuran beton, sebaliknya semakin besar nilai *slump* maka semakin encer kondisi campuran beton.

2.6 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan. Kuat tekan adalah salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas beton, dan umumnya diuji dengan cara memberikan beban tekan pada sampel beton yang telah dikeraskan.

Penambahan serat karbon dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Serat karbon bekerja untuk mendistribusikan tegangan secara merata di seluruh elemen beton dan mengurangi pembentukan retak. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa beton yang mengandung serat karbon memiliki peningkatan kekuatan tekan dibandingkan dengan beton konvensional karena kemampuan serat untuk menahan beban tarik dan memberikan kekakuan ekstra pada struktur beton.

2.7 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah mengacu pada kemampuan beton untuk menahan gaya tarik yang bekerja pada elemen beton tanpa terjadinya kegagalan berupa pecah atau retak. Beton konvensional, yang memiliki kekuatan tarik rendah, cenderung mudah retak di bawah beban tarik. Oleh karena itu, penambahan serat karbon pada beton bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tarik belahnya. Serat karbon memiliki kemampuan untuk mengikat serat-serat beton secara lebih efektif, yang mengurangi pembentukan retak pada beton. Sebagai hasilnya, beton yang mengandung serat karbon dapat menunjukkan peningkatan signifikan dalam kuat tarik belahnya. Penelitian menunjukkan bahwa serat karbon dapat meningkatkan kekuatan tarik belah beton dalam berbagai kondisi, baik pada beban statis maupun dinamis.

3. METODOLOGI

3.1 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam pencampuran beton dalam penelitian ini yaitu:

- a. Semen Portland jenis PCC merk Tiga Roda.
- b. Agregat kasar dengan ukuran maksimum 40mm.
- c. Agregat Halus dari quarry Galunggung
- d. Air dari Laboratorium Bahan Institut Teknologi Nasional.
- e. Serat Karbon

3.2 Pemeriksaan Kualitas Material

Pemeriksaan material bertujuan untuk mengumpulkan data tentang bahan yang akan digunakan, memastikan kesesuaiannya dengan perencanaan. Pengujian pada agregat kasar dan halus meliputi analisis saringan, berat jenis, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur.

3.3 Perancangan Campuran Beton

Perancangan ini dilakukan standar SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton. Perancangan proporsi campuran beton bertujuan untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan-bahan penyusun beton. Kebutuhan bahan penyusun beton normal dapat dilihat pada Tabel 1.

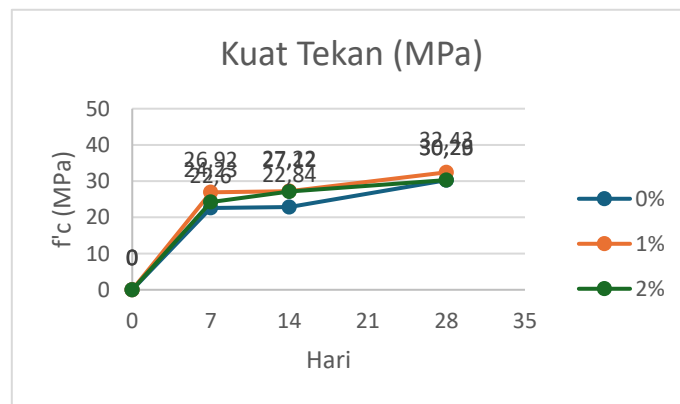
Tabel 1. Kebutuhan Bahan Penyusun

<i>mix design beton</i>						
n o	variasi beton	air (kg/m ³)	agregat halus (kg/m ³)	agregat kasar (kg/m ³)	semen (kg/m ³)	serat karbon (kg/m ³)
1	beton normal	190,52	669,600	1094,42	420,45	0
2	substitusi serat karbon 1%	190,52	669,597	1094,42	420,45	0,00276
3	substitusi serat karbon 2%	190,52	669,594	1094,42	420,45	0,00552

4. HASIL DAN ANALISIS

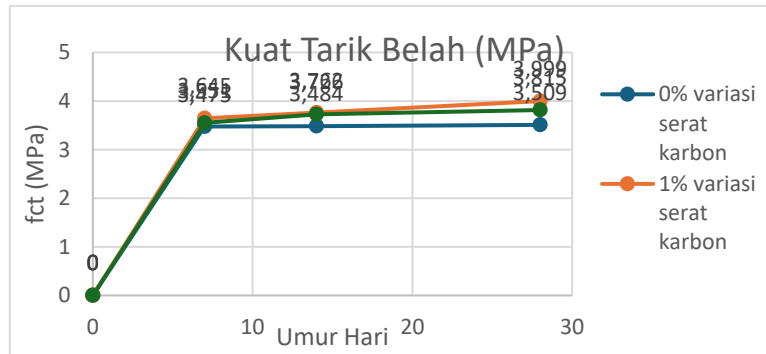
4.1 Hasil Penelitian

Pengujian 5%. Hasil Perbandingan kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal dengan substitusi serat karbon dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Maksimum Beton

Grafik menunjukkan perkembangan kuat tekan beton dengan variasi serat karbon (0%, 1%, dan 2%) hingga 28 hari.



Gambar 2. Grafik Kuat Tarik Belah Maksimum Beton

Grafik menunjukkan perkembangan kuat tarik belah beton dengan variasi serat karbon (0% dan 1%) hingga 28 hari.

5. KESIMPULAN

Penambahan campuran serat karbon cukup berpengaruh pada campuran beton. berdasarkan hasil pengujian pada umur 28 hari, penambahan serat karbon dalam beton memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah. Beton dengan kadar serat karbon 1% menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan, yaitu 7,2% pada kuat tekan (32,43 MPa) dan 13,99% pada kuat tarik belah (3,999 MPa) dibandingkan beton tanpa serat karbon. Sebaliknya, kadar serat karbon 2% hanya menunjukkan peningkatan yang sangat kecil pada kedua parameter tersebut. Oleh karena itu, penggunaan serat karbon dengan kadar 1% lebih efektif dalam meningkatkan kinerja beton dibandingkan dengan kadar 2%.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Mello, E., Ribellato, C., & Mohamedelhasan, E. (2014). Improving concrete properties with fibers addition. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 8(3), 249-254.
- [2] Nor, N. M., Boestamam, M. H. A., & Yusof, M. A. (2013). *Carbon fiber reinforced polymer (CFRP) as reinforcement for concrete beam. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(2), 6-10
- [3] Riana, N. (2022). Analisis Perbandingan Pengaruh Penambahan Serat Baja Karbon 3D Dramix dan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Tarik Lentur Pada Beton Mutu Normal.
- [4] Syafira, H. T. (2022). Analisis Penambahan Serat *Polypropylene* Pada Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer.