

PENGARUH VARIASI SERAT SIKAFIBER TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON DENGAN PEMAKAIAN LIMBAH BONGKARAN GENTENG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR

Vicky Eka Setiaji; Mochamad Solikin

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penggunaan agregat kasar daur ulang, seperti limbah bongkaran genteng, kini semakin banyak diterapkan untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Namun, substitusi material limbah ini seringkali berdampak pada penurunan kuat tekan beton, sehingga diperlukan perkuatan material. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi serat *polypropylene* (*SikaFiber PPM-12*) terhadap beton dengan agregat pengganti limbah bongkaran genteng. Perencanaan campuran (*mix design*) menggunakan panduan SNI 7656:2012 dengan target kuat tekan sebesar 25 MPa. Variasi penambahan *SikaFiber* ditetapkan sebesar 0,5 kg/m³ dan 0,7 kg/m³, yang dipadukan dengan *superplasticizer Sika ViscoCrete 3115 N*. Benda uji dirawat dengan metode perendaman selama 28 hari sebelum dievaluasi melalui pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan limbah beton 30% tanpa bahan tambah relatif menurunkan kekuatan beton. Pada saat ada penambahan *sika fiber* dan dipadukan dengan *superplastizer* dengan substitusi 0,5 kekuatan beton dan nilai *workability* mulai meningkat naik, dan pada saat substitusi ditingkatkan lagi ke 0,7 nilai kekuatan beton dan *workability* semakin meningkat menjadi lebih tinggi lagi, maka dapat disimpulkan bahwa peran *sika fiber* dalam beton variasi 30% agregat pengganti bongkaran genteng dapat meningkatkan kekuatan beton dan dapat memperbaiki penurunan akibat agregat limbah daur ulang.

Kata kunci: Limbah, Pecahan Genteng, Serat *Polypropylene*, *ViscoCrete 3115 N*

Abstract

The use of recycled coarse aggregates, such as waste roof tiles from demolition, is increasingly being applied to reduce the exploitation of natural resources and support sustainable development. However, the substitution of natural aggregate with waste materials often results in a decrease in concrete compressive strength, requiring material reinforcement. This study aims to analyze the effect of polypropylene fiber (*SikaFiber PPM-12*) substitution on concrete containing waste roof tile aggregates as a replacement material. The mix design was prepared based on SNI 7656:2012 with a target compressive strength of 25 MPa. *SikaFiber* was added at variations of 0.5 kg/m³ and 0.7 kg/m³, combined with *Sika ViscoCrete 3115 N* superplasticizer. The specimens were cured by immersion for 28 days before being evaluated through compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength tests. The test results showed that the use of 30% waste roof tile aggregate without admixtures tended to reduce the concrete strength. With the addition of *SikaFiber* combined with superplasticizer at a 0.5 kg/m³ variation, the concrete strength and workability began to increase. When the *SikaFiber* content was further increased to 0.7 kg/m³, the concrete strength and workability increased even further. Therefore, it can be concluded that the addition of *SikaFiber* to concrete containing 30% waste roof tile aggregate can improve concrete strength and compensate for the reduction in performance caused by the use of recycled waste aggregate.

Keywords: Waste, Broken Roof Tiles, Polypropylene Fiber, *ViscoCrete 3115 N*.

1. PENDAHULUAN

Beton konvensional adalah salah satu bahan utama dalam konstruksi yang sangat luas penggunaannya di seluruh dunia, memiliki kuat tekan yang baik, ketahanan tinggi, serta biaya produksi

yang relatif rendah. Campuran material ini pada dasarnya terdiri dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar (Fatah Sidik dkk., 2016) Selain beton konvensional terdapat juga beton jenis lain seperti beton scc.

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan jenis beton inovatif yang dirancang agar mampu mengalir dan memadat secara mandiri tanpa memerlukan proses pemadatan menggunakan alat getar. Beton ini dapat menyebar karena beratnya sendiri, mengisi seluruh bagian bekisting secara merata, serta mencapai tingkat kepadatan yang optimal, termasuk pada elemen struktur dengan tulangan yang rapat (Fahrur Insani, 2023), beton scc ini memiliki kelemahan dari segi biaya produksi yang lebih tinggi dibandingkan beton konvensional serta memiliki potensi segregasi yang lebih besar jika tidak dirancang dengan komposisi yang tepat (Asrulah dkk., 2021)

Meskipun beton sangat diandalkan kekuatannya dalam menahan beban tekan, material ini memiliki kelemahan yang cukup signifikan, yaitu rendahnya daya tahan terhadap gaya tarik. Kuat tarik beton adalah kemampuan beton untuk menahan tegangan atau gaya tarik hingga terjadi retak atau keruntuhan. Dibandingkan dengan kuat tekannya, kuat tarik beton jauh lebih rendah, yaitu hanya sekitar 8-15% dari kuat tekan beton. Oleh karena itu, pada struktur beton bertulang, gaya tarik umumnya dipikul oleh tulangan baja, sedangkan beton berfungsi terutama menahan gaya tekan. (Eveline Untu J Kumaat & Windah, 2015) Untuk mencegah kegagalan akibat gaya tarik tersebut, diperlukan upaya perkuatan, salah satunya dengan menambahkan material serat ke dalam campuran beton (Syarif dkk., 2020) Sebenarnya ada berbagai jenis serat yang bisa digunakan untuk campuran dalam sebuah beton, terdiri dari Serat Baja (*Steel Fiber*), Serat Polipropilena (*Polypropylene Fiber*), Serat Kaca (*Glass Fiber*), Serat Karbon (*Carbon Fiber*), Serat Alami (*Natural Fiber*), Serat Basalt (*Basalt Fiber*), Serat Akrilik (*Acrylic Fiber*), Serat Asbes (*Asbestos Fiber*).

Penggunaan serat sintetis seperti *polypropylene* (*Sika Fiber*) dikenal efektif meningkatkan ketahanan beton terhadap retak dan memperbaiki sifat mekanik secara keseluruhan. Serat ini bekerja dengan menghambat penyebaran retak mikro di dalam matriks beton, sehingga secara signifikan meningkatkan ketahanan tarik dan lenturnya (Sabara dkk., 2023)

Tuntutan terhadap pembangunan berkelanjutan mendorong upaya untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Limbah konstruksi yang sering ditemukan yaitu limbah beton, limbah bata merah, limbah keramik, limbah genteng. Salah satu pendekatan ekologis yang semakin banyak diterapkan adalah pemanfaatan agregat kasar daur ulang yang berasal dari limbah bongkaran beton maupun pecahan genteng (Zulfitriah dkk., 2024) selain dapat digunakan sebagai agregat kasar, limbah pecahan genteng juga dapat digunakan pengganti pasir dalam pembuatan paving block seperti penelitian yang dilakukan oleh (Sudjatmiko dkk., 2022) Untuk mengkompensasi Penggunaan agregat daur ulang mengakibatkan penurunan kuat tekan beton, diperlukan penggabungan inovasi material. Penggunaan bahan tambah kimia seperti *Sika Viscocrete* dapat meningkatkan nilai kelecakan campuran beton dan juga dapat memperkuat kuat tekan dan kuat lentur sebuah beton.

Sejauh ini, masih terbatas penelitian yang mengkaji kombinasi antara penambahan serat *Sika Fiber* dan pemanfaatan limbah bongkahan genteng Sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton, kedua material tersebut diharapkan mampu memperbaiki kinerja beton yang mengalami penurunan akibat penggunaan agregat daur ulang. Kombinasi limbah genteng dengan serat *polypropylene* berpotensi meningkatkan sifat mekanik beton, terutama kuat tekan serta karakteristik mekanis lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji pengaruh kombinasi kedua material tersebut terhadap sifat mekanik beton konvensional.

1. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah pecahan genteng sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan penambahan serat *polypropylene* beserta *superplasticizer* terhadap sifat mekanis beton konvensional.

2.2. Perancangan Campuran (*Mix Design*) dan Variasi Benda Uji

Perencanaan komposisi campuran beton (*mix design*) dihitung berdasarkan standar SNI 7656:2012 (Metode *Department of Environment / DOE*) untuk mendapatkan mutu beton dengan target kuat tekan rencana sebesar 25 MPa pada umur 28 hari. Terdapat 4 (empat) variasi campuran yang dibuat dalam penelitian ini, yaitu:

Tabel 1. Tabel kebutuhan material per 1 M³ untuk beton variasi

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Agregat pengganti (kg)	sika fiber polypropylene (kg)	Air (liter)	Admixture (Sika Viscocrete 3115N) (liter)
Normal	382.61	723.38	1050.15	-	-	211.84	-
0%	382.61	723.38	735.10	220.53	-	211.84	-
0.5	382.61	723.38	735.10	220.53	0.5	211.84	1.91
0.7	382.61	723.38	735.10	220.53	0.7	211.84	2.68

2.2.1. Beton Normal: Sebagai beton kontrol tanpa penambahan limbah maupun bahan tambah.

2.2.2. Variasi 0%: Beton dengan substitusi agregat kasar menggunakan limbah pecahan genteng sebesar 30% (tanpa serat dan *superplasticizer*).

2.2.3. Variasi 0,5: Beton dengan substitusi agregat limbah bongkaran 30% ditambah *SikaFiber* PPM-12 sebesar 0,5 kg/m³ dan Sika *ViscoCrete* 3115 N 0,5%.

2.2.4. Variasi 0,7: Beton dengan substitusi agregat limbah bongkaran 30% ditambah *SikaFiber* PPM-12 sebesar 0,7 kg/m³ dan Sika *ViscoCrete* 3115 N 0,7%.

Benda uji yang digunakan berjumlah total 30 sampel, yang terdiri dari bentuk silinder (diameter 15 cm × tinggi 30 cm) untuk pengujian kuat tekan dan kuat Tarik belah, serta bentuk balok (15 cm × 15 cm × 60 cm) untuk pengujian kuat lentur.

2.3. Tahapan Pelaksanaan dan Pengujian

Tahapan pengujian dibagi menjadi tiga fase utama, yakni pengujian beton segar, perawatan (*curing*), dan pengujian beton keras:

- 2.3.1 Pengujian Material dan Beton Segar: Sebelum pencampuran, material diuji karakteristik fisiknya, Pada saat pengecoran, tingkat kelecakan beton segar diukur melalui pengujian *Slump Test* menggunakan kerucut Abrams sesuai dengan SNI 1972:2008.
- 2.3.2 Perawatan (*Curing*): Benda uji didiamkan di dalam cetakan selama 24 jam. Setelah cetakan dibuka, benda uji dirawat dengan metode perendaman di dalam air tawar selama 28 hari untuk memastikan proses hidrasi semen berlangsung optimal.
- 2.3.3 Pengujian Sifat Mekanis (Beton Keras): Pengujian sifat mekanis dilakukan pada umur 28 hari menggunakan mesin uji universal (*Universal Testing Machine / UTM*). Pengujian yang dilakukan meliputi:
 - a. Uji Kuat Tekan: Dilakukan pada spesimen silinder untuk mengukur kemampuan menahan beban tekan (SNI 2487-2019).
 - b. Uji Kuat Lentur: Dilakukan pada spesimen balok menggunakan metode pembebanan satu titik di tengah bentang (SNI 4154:2014).
 - c. Uji kuat tarik belah: Menggunakan spesimen silinder yang diberi beban garis pada diameter horizontal hingga terbelah (SNI 2491:2014).
 - d. Uji alkali silika : Dilakukan pada spesimen mortar bar yang dicetak berbentuk batang berukuran kecil (batang mortar). Setelah dirawat selama 24 jam, batang mortar dimasukkan ke dalam wadah berisi larutan kimia agresif natrium hidroksida (NaOH 1N) dan dipanaskan di dalam oven pada suhu ekstrem 80° selama 14 hari. (ASTM C 1260)
- 2.3.4 Spesifikasi bahan tambah
 - a. Serat sika fiber : Serat polypropylene yang digunakan merupakan produk SikaFiber PPM-12 dari Sika Group, berbentuk monofilamen dengan panjang 12 mm dan diameter 18 mm.



Gambar 1. Sikafiber PPM-12

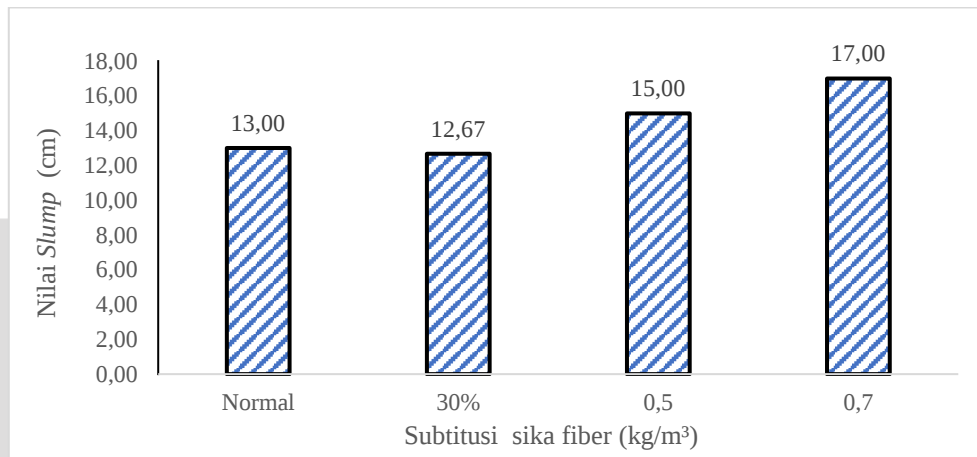
- b. superplasticizer Sika ViscoCrete 3115 N : Admixture ini berfungsi meningkatkan kelecakan (*workability*) beton segar tanpa meningkatkan kadar air dalam campuran, sehingga

memungkinkan pencapaian mutu beton yang ditargetkan tanpa mengorbankan kekuatan maupun durabilitas beton.

2. HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

3.1. *Slump Test*

Pengujian *slump test* bertujuan untuk mengetahui mengevaluasi tingkat workability pada campuran beton berserat sebelum dimasukkan pada bekisting. Beton berserat yang diteliti ini memiliki rencana *slump* sebesar 8-18 cm. Berikut hasil dari pengujian *slump test* beton berserat pada Gambar 2 dibawah ini:



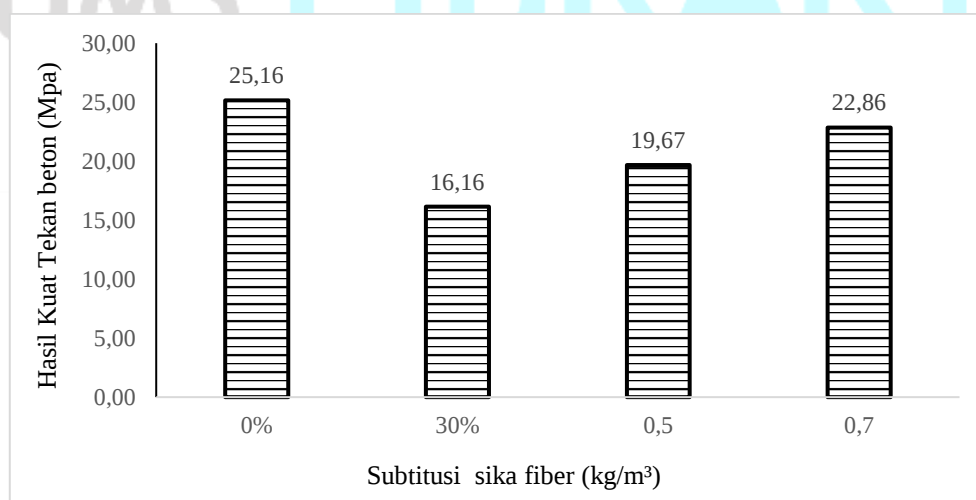
Gambar 2. Grafik *Slump test* sampel beton dengan 30% agregat pengganti pecahan genteng

Berdasarkan data hasil pengujian *slump test*, terlihat adanya tren kenaikan nilai kelecakan (tingkat keenceran) adukan beton seiring dengan meningkatnya dosis *Sika ViscoCrete* yang digunakan. Beton normal memiliki nilai *slump* awal sebesar 13,00 cm, yang kemudian mengalami sedikit penurunan menjadi 12,67 cm saat dilakukan penggantian 30% agregat kasar dengan pecahan genteng tanpa bahan tambah. Ketika campuran beton pecahan genteng tersebut mulai dikombinasikan dengan *Sika Fiber* dan *Sika ViscoCrete* dosis 0,5%, nilai *slump* merangkak naik menjadi 15,00 cm. Lonjakan nilai keenceran paling tinggi terjadi pada variasi dosis 0,7%, di mana nilai *slump* mencapai angka tertinggi yaitu 17,00 cm. Kenaikan ini paling dipengaruhi oleh seiringnya ada penambahan substitusi *sika viscocrete* dalam meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*) beton segar. Hal ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ira Puspitasari, 2023) yang mendapatkan hasil bahwa Penambahan *sika viscocrete*-3115N berpengaruh pada nilai *slump*, pada beton normal didapatkan hasil sebesar ± 14 cm sedangkan beton dengan menggunakan *admixture sika viscocrete*-3115N didapatkan hasil sebesar 16 cm. Namun di sisi lain penambahan *sika fiber* memiliki sifat kaku terhadap adukan beton. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Khairizal dkk., 2015) Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton cenderung menurun seiring dengan bertambahnya kadar serat *polypropylene* dalam campuran. Beton tanpa penambahan serat *polypropylene* memiliki nilai *slump* sebesar 8 cm, sedangkan pada campuran dengan variasi serat *polypropylene* tertinggi, yaitu 1,0 kg/m³, nilai *slump* menurun menjadi 5,5 cm. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat *polypropylene*

menyebabkan campuran beton menjadi lebih kaku sehingga mengurangi nilai *workability*. Interaksi antara penggunaan *Sika Fiber* dan *Sika ViscoCrete* di dalam campuran beton menciptakan efek kompensasi yang sangat dinamis dan krusial terhadap nilai *slump* serta tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Di satu sisi, kehadiran serat *polypropylene* (*Sika Fiber*) yang bersifat kaku bertindak sebagai jaring-jaring mikro di dalam adukan, serat ini menyerap sebagian air bebas dan meningkatkan gaya gesek internal antar material, sehingga secara mekanis mengikat matriks pasta semen dan menyebabkan penurunan nilai *slump* yang cukup drastis (*slump loss*). Di sisi lain, potensi kekakuan ekstrem dan risiko penggumpalan (*balling effect*) akibat serat tersebut berhasil dimitigasi secara sempurna oleh *Sika ViscoCrete*. Melalui mekanisme dispersi elektrostatis, *Sika ViscoCrete* memecah gumpalan semen, melepaskan air yang terperangkap, dan memberikan efek pelumasan ekstrem yang mengencerkan kembali adukan beton secara masif tanpa memerlukan penambahan air baru. Alhasil, perpaduan kedua bahan tambah yang bertolak belakang ini menghasilkan titik keseimbangan yang ideal, di mana nilai *slump* beton serat tetap terjaga tinggi dan memenuhi standar kemudahan pengerjaan yang direncanakan, sekaligus memastikan serat tersebar secara homogen tanpa memicu terjadinya pemisahan butiran (*segregasi*) maupun naiknya air ke permukaan (*bleeding*).

3.2. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta. Benda uji yang digunakan berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Seluruh benda uji telah melalui proses perendaman (*curing*) selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian. Jumlah benda uji yang diuji sebanyak 10 sampel, yang terdiri dari 4 variasi campuran beton, termasuk beton normal sebagai pembanding. Hasil pengujian kuat tekan beton selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



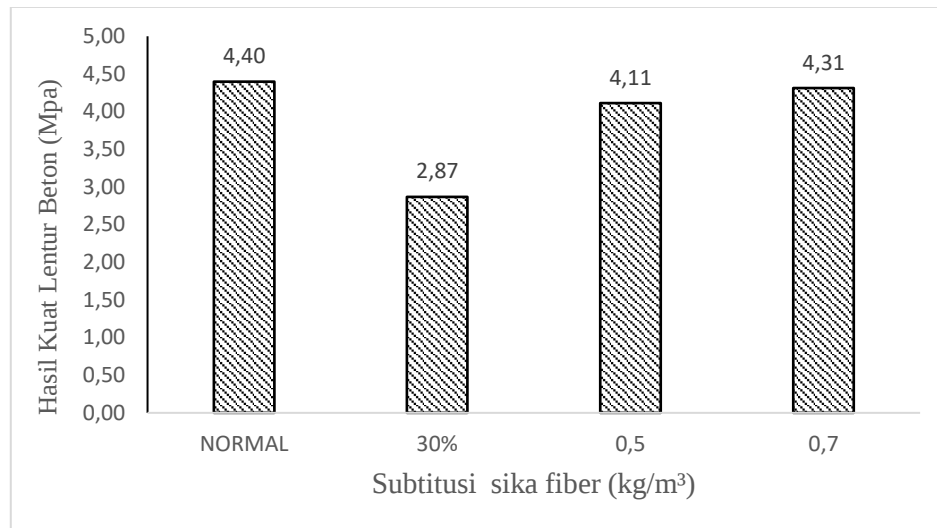
Gambar 3. Grafik hasil kuat tekan beton dengan 30% agregat pengganti pecahan genteng

Berdasarkan Gambar 3, beton normal memiliki kuat tekan sebesar 25,16 MPa. Sementara itu, beton dengan agregat pengganti 30% tanpa bahan tambah serat *sika fiber* dan *viscocrete* mengalami penurunan kuat tekan yang cukup besar, yakni sekitar 35,78% dengan nilai kuat tekan sebesar 16.16 MPa. Selanjutnya

Pada beton dengan variasi penambahan serat *sika fiber polypropylene & sika viscocrete* substitusi 0,5, kuat tekan meningkat menjadi 19,67 Mpa atau berkisar naik 21,72% dibandingkan beton dengan agregat pengganti tanpa bahan tambah sebelumnya, kemudian dilanjutkan pada variasi substitusi bahan tambah 0,7 semakin naik nilai kuat tekannya menjadi 22.86 MPa atau berkisar naik 41,46% dari beton dengan agregat pengganti tanpa bahan tambah. dari keseluruhan hasil pengujian beton variasi, nilai kuat tekan cenderung masih lebih rendah dibandingkan beton normal, bahkan pada beton dengan agregat pengganti 30% tanpa bahan tambah yang memiliki hasil kuat tekan jauh dari kuat tekan beton normal. Hal ini diakibatkan karena pada pengujian nilai keausan agregat pengganti pecahan genteng memiliki nilai keausan yang cukup jauh dari batas keausan agregat kasar pada umumnya, yaitu senilai 78,6%, nilai tersebut sudah melampaui dari batas keausan agregat kasar yang telah ditentukan yaitu 40%. Namun pada saat mulai ditambah *sika fiber polypropylene & sika viscocrete* nilai kuat tekan mula merangkak naik. Penambahan bahan tambah *sika fiber* dan *sika viscocrete* pada beton variasi memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kuat tekan dibandingkan variasi tanpa penambahan. Namun, pengaruh terbesar dalam meningkatkan nilai kuat tekan yaitu *sika fiber polypropylene*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Khairizal et al., 2015) penggunaan serat *polypropylene* pada beton normal terbukti mampu menaikkan kuat tekan pada penelitian tersebut pada dosis *sika fiber* 0% atau beton normal mendapat nilai kuat tekan 30 mpa, sedangkan pada beton dengan substitusi *sika fiber polypropylene* 0,5 kg/m³ mendapat nilai kuat tekan sebesar 33 mpa atau meningkat sekitar 10%, namun pada saat substitusi diatas 0,7 justru nilai kuat tekan semakin menurun. Dan pengaruh bahan tambah lainnya seperti *sika viscocrete* juga memberikan pengaruh positif terhadap hasil kuat tekan. hal ini juga sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ira Puspitasari, 2023) pada penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil kuat tekan 13.07 mpa untuk beton normal dan pada saat penambahan *sika viscocrete* 3115 N sebesar 1,5% dari kebutuhan semen mengalami kenaikan di angka 16,13 mpa. jika dibandingkan dengan beton normal, nilai kuat tekan beton variasi masih cenderung lebih rendah. maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penambahan *sika fiber polypropylene & sika viscocrete* dengan dosis yang tidak berlebihan dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton namun jika substitusi ditambah semakin banyak justru menurunkan nilai kuat tekan, pada penelitian kali ini masih tergolong dibatas normal dibuktikan nilai kuat tekan masih mengalami tren kenaikan di nilai 0.5 kg/m³ dan 0.7 kg/m³.

3.3. Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengujian benda uji balok dengan ukuran 15 x 15 x60 cm yang telah dilakukan perendaman selama 28 hari. Benda uji berjumlah 10 buah sampel dengan 4 variasi termasuk beton normal. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Gambar 4 berikut:



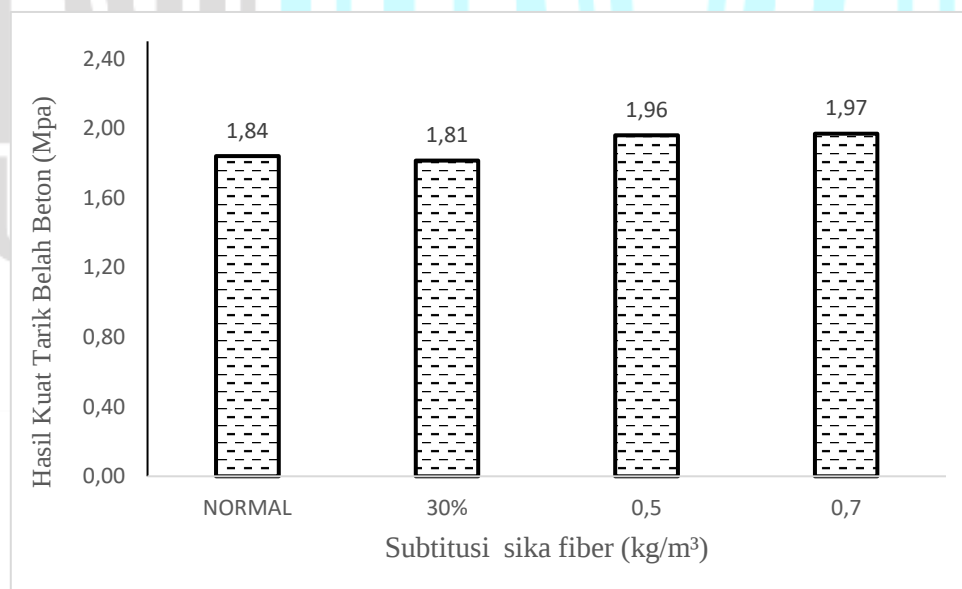
Gambar 4. Grafik Hasil Kuat Lentur Beton dengan 30% agregat pengganti pecahan genteng

Berdasarkan data hasil pengujian, nilai kuat lentur beton mengalami perubahan signifikan di mana beton normal awalnya memiliki kuat lentur sebesar 4,40 MPa, lalu anjlok drastis menjadi 2,87 MPa akibat substitusi 30% pecahan genteng yang sifat dasarnya memang rapuh dan berpori. Namun, saat mulai ditambahkan *Sika Fiber* dan *Sika ViscoCrete* presentase 0,5%, kuat lenturnya merangkak naik menjadi 4,11 MPa. Pada variasi ini, kuat lentur rata-rata menurun sebesar 0,29 MPa atau setara dengan 6,59% dibandingkan beton normal. karena jalinan serat polipropilen tersebut mulai bekerja menahan gaya tarik atau patahan meskipun belum maksimal akibat adukan yang masih agak kaku dan berongga. Nilai ini kemudian melonjak tajam hingga mencapai puncaknya sebesar 4,31 MPa pada variasi dosis 0,7%, yang membuktikan bahwa penambahan *Sika ViscoCrete* sebesar 0,7% merupakan dosis paling optimal karena cairan pengencer ini sukses membuat adukan menjadi encer, mudah mengalir, dan membuang rongga udara yang sempat terjebak. Kesimpulannya, *Sika Fiber* sangat efektif berfungsi sebagai penahan retak (*crack arrester*) melalui efek jembatan mikro, sementara *Sika ViscoCrete* bertindak sebagai kunci krusial yang mengoptimalkan kinerja serat tersebut, perpaduan keduanya pada presentase *sika fiber & ViscoCrete* 0,7% berhasil menciptakan struktur beton yang padat dan rapat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa mekanisme pengikatan serat di dalam matriks beton telah berlangsung optimal, sehingga meningkatkan kuat lentur beton, namun peningkatan tersebut belum cukup untuk melampaui kuat lentur beton normal. Hasil penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang sejalan dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian yang dilakukan oleh (Siti Fatimah, 2025) Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat *polypropylene* sebesar **0,5%** mampu meningkatkan nilai kuat lentur serta daktilitas beton secara signifikan tanpa menyebabkan penurunan kuat tekan yang berarti. Penambahan serat tersebut juga menghasilkan pola retak yang lebih terkontrol, dengan retakan yang cenderung lebih kecil dan tersebar, sehingga menunjukkan kemampuan serat *polypropylene* dalam menghambat perkembangan retak mikro pada beton. Selain itu, penggunaan *superplasticizer* turut memberikan pengaruh positif terhadap

peningkatan kuat lentur beton dibandingkan dengan beton normal. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Hamdan et al., 2024) Dalam jurnal ilmiah bertajuk "Analisis Kuat Lentur Beton SCC Menggunakan *Fiberglass* Dengan Variasi Additive *Sika Viscocrete*", peneliti membuktikan bahwa variasi penambahan aditif *Sika ViscoCrete* berperan vital dalam menjaga homogenitas campuran beton memadat mandiri (*Self Compacting Concrete* (SCC)). Kombinasi *Sika ViscoCrete* menghasilkan peningkatan kapasitas lentur perkerasan beton yang signifikan karena penguraian serat di dalam matriks beton menjadi sangat merata berkat tingginya tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). peningkatan kuat lentur optimum terjadi pada kadar serat 0,7 kg/m³ dengan kenaikan 17,91%, pada penelitian ini peningkatan optimum juga diperoleh pada kadar 0,7 kg/m³ sebesar 8.18%. Perbedaan kadar optimum tersebut dipengaruhi oleh adanya penggantian sebagian agregat 30% dengan dinding bata yang jelas memiliki nilai keausan jauh diatas agregat kasar asli.

3.4. Kuat *Tarik Belah* Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta. Benda uji yang digunakan berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Seluruh benda uji telah melalui proses perendaman (*curing*) selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian. Jumlah benda uji yang diuji sebanyak 10 sampel, yang terdiri dari 4 variasi campuran beton, termasuk beton normal sebagai pembanding. Hasil pengujian kuat tekan beton selengkapnya dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Grafik Hasil Kuat Tarik Belah Beton dengan 30% agregat pengganti pecahan genteng

Berdasarkan Gambar 5, beton normal memiliki kuat tarik belah sebesar 1,84 MPa. Sementara itu, beton dengan agregat pengganti 30% tanpa bahan tambah serat *sika fiber* dan *viscocrete* mengalami penurunan kuat tarik belah yang cukup besar, yakni sekitar 1.63% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 1.81 MPa. Selanjutnya Pada beton dengan variasi penambahan serat *sika fiber polypropylene* & *sika viscocrete* substitusi 0,5, kuat tarik belah meningkat menjadi 1.96 Mpa atau berkisar naik 8.29%

dibandingkan beton dengan agregat pengganti tanpa bahan tambah sebelumnya, kemudian dilanjutkan pada variasi substitusi bahan tambah 0,7 semakin naik nilai kuat tarik belah nya menjadi 1.97 MPa atau berkisar naik 8,87% dari beton dengan agregat pengganti tanpa bahan tambah. Nilai pada substitusi 0,7 tersebut bahkan mampu melampaui nilai kuat tarik belah beton normal sendiri. Hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan pengujian kuat tekan, di mana seluruh variasi beton yang diberikan bahan tambah mengalami peningkatan nilai kuat tarik belah. Nilai rata-rata kuat tarik belah tertinggi diperoleh pada variasi **0,7** dengan nilai sebesar 1,97 MPa, yang meningkat sebesar 0,13 MPa atau sekitar 7,07% dibandingkan dengan beton normal. Peningkatan tersebut terutama dipengaruhi oleh penambahan *SikaFiber PPM-12 (serat polypropylene)* yang berperan dalam memperkuat struktur beton. Serat yang terdistribusi secara merata di dalam campuran beton mampu membantu menahan tegangan tarik serta menghambat perkembangan retakan yang terjadi pada beton. berperan dalam menahan dan memperlambat munculnya retak, karena memiliki kemampuan tarik dan sifat elastis yang cukup baik. Selain itu, penambahan *Sika ViscoCrete 3115 N* sebagai *superplasticizer* juga ikut berkontribusi melalui penurunan kadar air, sehingga nilai faktor air-semen menjadi lebih kecil dan mutu beton meningkat. Berdasarkan hasil pengujian, kadar penambahan serat *polypropylene* yang paling efektif untuk meningkatkan kuat tarik belah beton berada pada variasi 0,7 kg/m³. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian (Fahrur Insani, 2023) di mana pada penelitian tersebut dianalisis penggunaan beberapa variasi *Sika Fiber* dan *Sika ViscoCrete*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar *Sika Fiber* dan *Sika ViscoCrete* yang digunakan, nilai kuat tarik belah beton cenderung mengalami penurunan, Tetapi peningkatan terjadi di titik puncak yaitu divariasi 0,7 kg/m³ dan setelah variasi percampuran tersebut justru mengalami penurunan. Namun demikian, pada penelitian ini didapat nilai kuat tarik belah pada variasi 0,7 kg/m³ dengan hasil sebesar 1,96 Mpa belum mengalami penurunan, Maka variasi campuran 0,7kg/m³ masih dikategorikan aman karena belum mengalami penurunan.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- 4.1.1. Penambahan *SikaFiber* dapat meningkatkan sifat mekanis beton, khususnya kuat tarik belah dan kuat lentur, melalui mekanisme penahanan retak (*crack-arrest mechanism*). Sementara itu, penggunaan *Sika ViscoCrete* sebagai *superplasticizer* dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan membantu memadatkan matriks beton, sehingga kuat tekan mengalami peningkatan secara signifikan dibandingkan beton konvensional tanpa bahan tambah.
- 4.1.2. Penggantian sebagian agregat kasar menggunakan limbah pecahan genteng memengaruhi performa mekanis beton. Tingginya penyerapan air pada limbah pecahan genteng cenderung menyebabkan penurunan kuat tekan dan modulus elastisitas pada umur muda. Namun, kombinasi

SikaFiber dan *Sika ViscoCrete* mampu mengurangi pengaruh tersebut sehingga nilai kuat lentur dan kuat tarik belah beton tetap berada pada kondisi yang optimal.

- 4.1.3. Penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah pecahan genteng cenderung menurunkan *workability* dan nilai *slump* beton akibat sifat porositas genteng yang menyerap air, namun kelemahan tersebut dapat dikompensasi oleh *Sika ViscoCrete* yang meningkatkan keenceran adonan tanpa menambah air. Sementara itu, penambahan *Sika Fiber* meningkatkan kohesivitas yang sedikit menahan aliran adonan tetapi efektif mencegah segregasi dan *bleeding*, sehingga kombinasi ketiga bahan tersebut menghasilkan beton segar yang tetap mudah dikerjakan (*workability*) dan homogen.
- 4.1.4. Penggunaan limbah pecahan genteng memberikan pengaruh terhadap potensi reaksi alkali-silika (ASR), dengan mayoritas sampel pengujian, yaitu 1 dari 3 benda uji, dinyatakan reaktif. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberadaan silika amorf pada limbah pecahan genteng dapat meningkatkan kerentanan beton atau mortar terhadap terjadinya ekspansi akibat pembentukan gel ASR.

4.2. Saran

Untuk memperdalam kajian dalam penelitian, adapun saran-saran sebagai berikut:

- 4.2.1. Mengingat limbah pecahan genteng terindikasi reaktif terhadap reaksi alkali silika (ASR), dengan 1 dari 3 benda uji dinyatakan reaktif, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menambahkan bahan pozzolan, seperti Fly Ash tipe F atau Silica Fume, yang dapat membantu mengurangi potensi ekspansi akibat ASR.
- 4.2.2. Disarankan untuk melakukan perlakuan awal terhadap limbah pecahan genteng sebagai agregat pengganti, salah satunya dengan mengondisikannya dalam keadaan Jenuh Kering Permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*) sebelum proses pencampuran agar kondisi kadar air agregat lebih terkontrol.
- 4.2.3. Pada penelitian yang menggunakan limbah pecahan genteng sebagai agregat pengganti, perlu diperhatikan keseragaman ukuran dan kebersihan agregat sebelum proses pencampuran. Hal tersebut diperlukan agar campuran dapat tercampur secara lebih homogen dan mengurangi kemungkinan terjadinya ketidakmerataan pada adukan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrulah, Diawarman, Rita Anggrainy, & Kamal Afif. (2021). Analisa Kuat Tekan Beton $f_c' 25$ MPa dengan Penambahan Abu Batu dan Semen Mortar Utama Type 400. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 11(2).
- Eveline Untu J Kumaat, G. E., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10), 703–708.

- Fahrur Insani. (2023). Pengaruh Penambahan *SikaFiber PPM-12* dan *Sika ViscoCrete 3115 N* terhadap Kekuatan Beton.
- Fatah Sidik, N., Soelarso, & Baehaki. (2016). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Beton Normal terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas. In *Jurnal Fondasi* (Vol. 5, Number 2).
- Hamdan, Adnan, & Abd. Muis B. (2024). Analisis Kuat Lentur Beton SCC Menggunakan Fiberglass Dengan Variasi Additive Sika Viscocrete. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik* , 2(1), 290–298. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i1.206>
- Ira Puspitasari. (2023). Kajian Eksperimental Beton Menggunakan *Admixture Sika ViscoCrete 3115N* untuk Meningkatkan Kuat Tekan (Vol. 17, Number 1).
- Khairizal, Kurniawandy, & Kamaldi. (2015). Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. In *Jom FTEKNIK* (Vol. 2, Number 2).
- Sabara, Rifqi Muhammad, Vanessa, Febriant Mohammad, & Fadiah Dianati. (2023). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Polypropylene Fibre terhadap Performa Beton. <https://doi.org/10.26760/rekaracana>
- Siti Fatimah. (2025). Evaluasi Kinerja Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Serat Polypropylene Pada Gedung Bertingkat (Vol. 1, Number 1).
- Sudjatismiko, Marjuki, T., Sadli, R., & Noviantika, S. (2022). Pembuatan Bata Beton dengan Bahan Tambah Butiran Pecahan Genteng Menggunakan Metode Penekanan Model Pelat Desak Datar dan Pyramid.
- Syarif, M., Huseiny, A., & Nursani, R. (2020). Pengaruh Bahan Tambah Serat Fiber terhadap Kuat Tekan dan Lentur Beton.
- Zulfitriah, Mustakim, & Imam Fadly. (2024). Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Penambahan *Aditive Beton Mix* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton.