

## Meningkatkan Kualitas Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Modifikasi Serat Baja

Sufyan Affandi<sup>1)</sup>, Zendy Bima Mahardana<sup>\*2)</sup>, Hengki Arief Affandi<sup>3)</sup>, Okta Hubna Sahdana<sup>4)</sup>, Putri Candra Dewi<sup>5)</sup>, Yeni Astifah<sup>6)</sup>, Sulis Mawardianingrum<sup>7)</sup>

*1), 2), 3), 4), 5), 6), 7) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kadiri.*

*Email : [sopyanafandi26@gmail.com](mailto:sopyanafandi26@gmail.com)<sup>1)</sup>, [zmahardana@unik-kediri.ac.id](mailto:zmahardana@unik-kediri.ac.id)<sup>\*2)</sup>, [hengkiarif49@gmail.com](mailto:hengkiarif49@gmail.com)<sup>3)</sup>, [oktalubna10@gmail.com](mailto:oktalubna10@gmail.com)<sup>4)</sup>, [putrichandra61@gmail.com](mailto:putrichandra61@gmail.com)<sup>5)</sup>, [yeniastifah70@gmail.com](mailto:yeniastifah70@gmail.com)<sup>6)</sup>, [sulismawardia@gmail.com](mailto:sulismawardia@gmail.com)<sup>7)</sup>*

### ABSTRACT

*Concrete is the construction material most often used in a building. Concrete has its advantages and disadvantages in its application. One of the disadvantages of concrete is the accuracy of the embodiment of the Job Mix Formula which tends to be low. Therefore, further analysis is needed to minimize these shortcomings. Fiber reinforced concrete (fiber reinforced additive) is one of the developments of concrete technology by adding fiber to the concrete mixture. In this study, an experimental method was used with the addition of steel fiber as much as 1.3% to analyze the compressive strength of concrete when modification of the constituent materials using steel fiber or steel fiber. The results showed that the material used by the concrete test material was in the category of feasible. The results of the control of the calculation of the aggregate proportion using the slump test media showed a decrease in the fresh concrete test object at a distance of 14 cm, it concluded that the proportion of the aggregate mixture that makes the concrete test object (job mix formula) is in accordance with the mixed criteria, namely at a distance of 10 cm to 14 cm (12 cm  $\pm$  2 cm). The result of the achievement of making concrete test objects is in the results of compressive strength tests. From the compressive strength results, it shows that the compressive strength value of the concrete of the first sample is 9.2 MPa, the second test object is 17.97 MPa and in the third test object, the compressive strength value is 18.53 MPa. In the compressive strength test, the highest value was obtained, namely in the 3rd sample with a maximum crush value of 18.53 Mpa. Thus, the addition of steel fiber material to concrete can improve the quality and compressive strength value of concrete from the target compressive strength value of Fc 16.60 MPa.*

**Keywords :** Aggregate, Concrete, Compressive Strength, Steel fibers.

### ABSTRAK

*Beton adalah bahan konstruksi yang paling sering digunakan pada suatu bangunan. Beton memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pengaplikasiannya. Salah satu kekurangan beton adalah akurasi dari perwujudan Job Mix Formula yang cenderung rendah. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk meminimalisir kekurangan tersebut. Beton serat (fiber reinforced additive) merupakan salah satu pengembangan teknologi beton dengan menambahkan serat pada campuran beton. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan penambahan steel fiber sebanyak 1,3% untuk menganalisa kuat tekan beton apabila dilakukan modifikasi bahan penyusun dengan menggunakan serat baja atau steel fiber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material yang digunakan pada pembuatan benda uji beton adalah dalam kategori layak. Hasil kontrol perhitungan proporsi agregat menggunakan media uji slump test menunjukkan penurunan benda uji beton segar pada jarak 14 cm, hal tersebut menyimpulkan bahwa proporsi campuran agregat penyusun pembuatan benda uji beton (job mix formula) sesuai dengan kriteria campuran yaitu pada jarak 10 cm hingga 14 cm (12 cm  $\pm$  2 cm). Hasil capaian pembuatan benda uji beton adalah pada hasil uji kuat tekan. Dari hasil kuat tekan menunjukkan nilai kuat tekan beton sampel pertama adalah 9,2 MPa, Benda uji ke dua adalah senilai 17,97 MPa dan pada benda uji ke tiga menunjukkan nilai kuat tekan 18,53 MPa. Pada pengujian kuat tekan diperoleh nilai tertinggi yaitu pada sampel ke 3 dengan nilai hancur maksimum pada 18,53 Mpa. Dengan demikian, penambahan material steel fiber pada beton dapat meningkatkan mutu dan nilai kuat tekan beton dari target nilai kuat tekan Fc 16,60 MPa.*

**Kata Kunci :** Agregat, Beton, Kuat Tekan, Serat baja.

## 1. Pendahuluan

Beton adalah bahan konstruksi yang paling sering digunakan pada suatu bangunan. Beton juga merupakan suatu material yang tersusun dari agregat halus, agregat kasar, air, semen, dan bahan lainnya yang mengisi ruang cetakan dan membentuk satu kesatuan, (Liew and Akbar, 2020). Dikarenakan beton tersusun dari bahan-bahan yang mudah didapat dan harganya relatif cukup terjangkau maka beton sangat diminati dan sudah lama digunakan dalam bidang konstruksi maupun oleh masyarakat, (Maryanto, Winarto and Krisnawati, 2018)(Gülşan *et al.*, 2019). Beton mempunyai banyak kelebihan seperti mudah dikerjakan dalam pembuatannya, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan, (Winarto, 2018). Selain itu kuat tekan beton relatif lebih tinggi dari bahan lain, struktur beton sangat kokoh, biaya pemeliharaan beton rendah, beton lebih awet dan tahan lama dibandingkan dengan bahan lain. Beton juga merupakan bahan prospektif di masa depan dan memiliki aplikasi di berbagai bidang, (Ghasemi, Ghasemi and Mousavi, 2019). Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan. Salah satu kekurangan dalam pembuatan beton adalah akurasi dari perwujudan *Job Mix Formula* yang cenderung rendah, (Skarżyński and Suchorzewski, 2018)(Xie *et al.*, 2018). Oleh karena itu, diperlukan cara untuk meminimalisir kekurangan tersebut. Salah satunya yaitu dengan penambahan serat baja pada bahan campuran pembuat beton.

Beton serat (*fiber reinforced additive*) merupakan salah satu pengembangan teknologi beton dengan menambahkan serat pada campuran beton. Jenis beton ini merupakan salah satu solusi dalam perbaikan mutu beton, (Yoo and Moon, 2018). Serat yang paling banyak digunakan yaitu serat baja atau *steel fiber*, (Veronica Guerini, Antonio Conforti, 2018). Serat baja adalah sejenis serat baja kecil yang diproduksi khusus dengan teknologi tinggi. Serat ini merupakan baja kecil yang berbentuk seperti jarum dengan ukuran panjang 60 mm dan memiliki diameter kurang lebih 0,66 mm, (Wu, Shi and Henri, 2019). Selain itu, penambahan serat baja pada bahan komponen beton juga dapat meningkatkan kuat tarik, kuat tekan, geser, torsi dan daya tahan struktur beton, (Iwan, 2019)(Ghalehnovi, Karimipour and de Brito, 2019). Cara mengaplikasikan serat *steel fiber* pada beton yaitu dengan memisahkan material *steel fiber* menjadi satuan. Kemudian *steel fiber* dimasukkan setelah air dan semen tercampur rata pada *concrete mixer* sejumlah 1,3% dari berat total benda uji.



Gambar 1. *Steel Fiber*

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri untuk meningkatkan nilai akurasi dari perwujudan *Job Mix Formula* pembentuk beton dengan penambahan *steel fiber*. Penelitian tersebut menggunakan benda uji berupa silinder berukuran 15 x 30 cm, benda uji terdiri atas 3 sampel yang difokuskan pada capaian kuat tekan. Material yang digunakan adalah agregat kasar (koral), halus (pasir), semen, air dan bahan modifikasi berupa *steel fiber*. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan beberapa tahapan yaitu pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, pengujian keausan agregat, pengujian slump, dan pengujian kuat tekan, (Affandy and Bukhori, 2019).

Uji Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung pada agregat dengan berat gregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air digunakan untuk menentukan jumlah kadar air dalam perancangan *mix design* beton, dimana dalam setiap material yang digunakan memiliki nilai penyerapan air (absorpsi) yang berbeda - beda. Pada Uji Kadar Lumpur digunakan untuk menentukan presentase kandungan kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur pada agregat halus direncanakan tidak lebih dari 5% agar bahan material penyusun beton dapat tercampur secara sempurna mengingat sifat fisik lumpur dapat mengembang ketika dalam kondisi jenuh air dan menyusut secara drastis ketika terdehidrasi, (Tamayo *et al.*, 2020). Untuk menentukan ketahanan atau untuk mengetahui apakah agregat kasar dapat mempertahankan kualitasnya terhadap proses keausan permukaan material dapat digunakan uji keausan menggunakan alat *Los Angeles Abrasions machine* dengan ketentuan gesekan menggunakan 12 buah bola baja dan dilakukan putaran sebanyak 500 putaran, (Cookson and Stirk, 2019). Agregat kasar diharuskan lolos Uji Keausan agregat dengan jumlah keausan tidak lebih dari 40% terhitung dari jumlah total benda uji agregat kasar. Setelah semua agregat telah dilakukan pengujian (*job mix design*) maka langkah selanjutnya adalah menentukan proporsi agregat

yang digunakan (*job mix formula*). Proporsi campuran yang digunakan adalah beton FC 16,6 MPa. Sebagai sampel pengujian adalah membuat 3 buah benda uji berbentuk silinder berukuran 15 x 30 cm (0,0053 m<sup>3</sup>) yang dilakukan kombinasi dengan *steel fiber* sejumlah 1,3 % dari berat total benda uji, dengan rencana proporsi adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Tabel Job Mix Formula**

Benda Uji	Semen	Pasir	Koral	Air	Steel fiber
	(kg)	(kg)	(kg)	(L)	(kg)
<b>Beton kombinasi steel fiber</b>	7,183	13,058	19,677	3,959	0,570

Tabel diatas merupakan *job mix formula* untuk beton kombinasi *steel fiber* dengan target mutu beton adalah FC 16,6 Mpa yang disusun dari material semen sebanyak 7,183 kg, pasir 13,058 kg, koral 19,677 kg, air 3,96 L, dan *steel fiber* 1,3% sejumlah 0,570 kg.

Dari pencampuran (*job mix*) dapat dilakukan kontrol perhitungan campuran dengan melakukan pengujian Slump ketika campuran beton dalam keadaan lecek juga digunakan sebagai parameter tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu (*Work Ability*). Semakin besar penurunan nilai *Slump test* maka adukan beton semakin mudah dikerjakan, namun rongga pada benda uji beton cenderung lebih besar (Sukismo, Goetomo and Budi, 2016). Penurunan campuran beton segar pada pebgujian slump direncanakan pana jarak 10 cm hingga 14 cm (12 cm ± 2 cm). pada langkah final adalah dilakukan pengujian kuat Tekan. Uji kuat Tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton terhadap gaya tekan. Kuat Tekan beton didefinisikan sebagai besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika dibebani dengan gaya tekan dengan kesiapan benda uji mencapai masa perawatan 28 hari, (Syarif, Setyawan and Farida, 2016).

**2. Pembahasan**

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan pengolahan data penelitian dengan melakukan penelitian yang meliputi pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, pengujian keausan agregat, pengujian slump, dan pengujian kuat tekan.

a. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus  
Pada pengujian kadar air agregat halus, akan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

**Tabel 2. Pengujian Kadar Air Agregat Halus**

Uraian	Simbol	Hasil	Sat
Berat Wadah	(W1)	160	Gr
Berat Wadah + Benda Uji Awal	(W2)	660	Gr
Berat Benda Uji Awal	$W3 = W2 - W1$	500	gr
Berat Wadah + Berat Benda Uji Kering	(W4)	641	gr
Berat Benda Uji Kering	$W5 = W4 - W1$	481	gr
Kadar Air	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100$	3,95	%

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai kadar air agregat halus sebesar 3,95 % dan memenuhi standart yang ditentukan yaitu 3% - 5%.

b. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar  
Pada pengujian kadar air agregat kasar, akan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

**Tabel 3. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar**

Uraian	Simbol	Hasil	Sat
Berat Wadah	(W1)	160	gr
Berat Wadah + Benda Uji Awal	(W2)	2160	gr
Berat Benda Uji Awal	$W3 = W2 - W1$	2000	gr
Berat Wadah + Berat Benda Uji Kering	(W4)	2121	gr
Berat Benda Uji Kering	$W5 = W4 - W1$	1961	gr
Kadar Air	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100$	1,99	%

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai kadar air agregat kasar sebesar 1,99 % dan memenuhi syarat yang ditentukan yaitu 0,5% - 2%.

c. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus  
Pada pengujian kadar lumpur agregat halus, akan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

**Tabel 4.** *Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus*

Uraian	Simbol	Hasil	Sat
Tinggi Pasir	H1	1,99	cm
Tinggi Lumpur	H2	0,1	cm
Kadar Lumpur	$\frac{H2}{H1 + H2} \times 100$	4,7	%

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai kadar lumpur agregat halus sebesar 4,7 % dan standart yang ditentukan yaitu 5%.

- d. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar  
Pada pengujian kadar lumpur agregat kasar, akan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

**Tabel 5.** *Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar*

Uraian	Simbol	Hasil	Sat
Berat benda uji sebelum dicuci	A	1000	gr
Berat benda uji setelah dicuci dan disaring dengan ayakan no. 200	B	980	gr
Kadar Lumpur	$C = \frac{A - B}{B} \times 100$	2,04	%

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai kadar lumpur agregat kasar sebesar 2,04 %.

- e. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar  
Pada pengujian keausan agregat kasar, akan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

**Tabel 6.** *Pengujian Keausan Agregat Kasar*

Gradasi Pemeriksaan	Simbol	Berat	Sat
Tertahan gradasi $1/2$	a1	2500	gr
Tertahan gradasi $3/8$	a2	2500	gr

Gradasi Pemeriksaan	Simbol	Berat	Sat
Berat benda uji sebelum dimasukkan ke mesin LA	$A = a1 + a2$	5000	gr
Berat benda uji setelah Abrasi tertahan saringan No. 12	B	3782	gr
Keausan	$\frac{A - B}{B} \times 100$	32,21	%

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai keausan agregat kasar sebesar 32,21%.

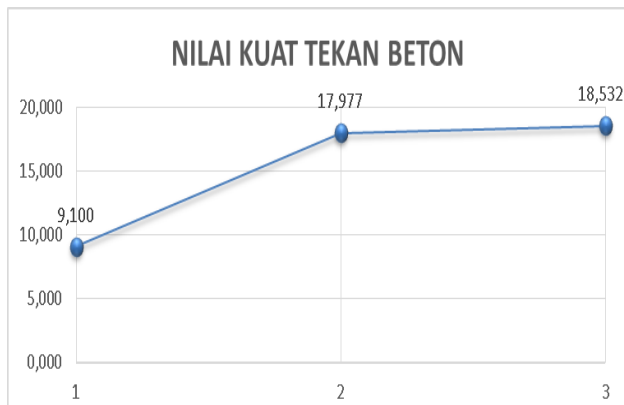
- f. Hasil Pengujian Slump  
Dalam pengujian slump dilakukan pada adonan segar dari campuran material penyusun beton. Adapun hasil dari uji slump dapat disajikan pada gambar di bawah :



**Gambar 2.** *Uji Slump Beton*

Dari Gambar 2. Didapatkan penurunan sebesar 14 cm. Nilai penurunan tersebut dianggap layak karena kisaran nilai uji slump yang ditentukan adalah  $12 \pm 2$  cm.

- g. Hasil Pengujian Kuat tekan  
Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine dengan pengujian kuat tekan beton umur 28 hari. Adapun hasil dari pengujian kuat tekan dapat disajikan pada grafik di bawah :



Gambar 3. Grafik uji Kuat Tekan

Dari Gambar 3. Diperoleh nilai kuat tekan beton penambahan steel fiber tertinggi pada sampel 3 yaitu 18,532 Mpa.

### 3. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat diperoleh kesimpulan bahwa material yang digunakan pada pembuatan benda uji beton adalah dalam kategori layak. Hasil kontrol perhitungan proporsi agregat menggunakan media uji *slump test* menunjukkan penurunan benda uji beton segar pada jarak 14 cm, hal tersebut menyimpulkan bahwa proporsi campuran agregat penyusun pembuatan benda uji beton (*job mix formula*) sesuai dengan kriteria campuran yaitu pada jarak 10 cm hingga 14 cm ( $12 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ ). Hasil capaian pembuatan benda uji beton adalah pada hasil uji kuat tekan. Dari hasil kuat tekan menunjukkan nilai kuat tekan beton sampel pertama adalah 9,2 MPa, Benda uji ke dua adalah senila 17,97 MPa dan pada benda uji ke tiga menunjukkan nilai kuat tekan 18,53 MPa. Pada pengujian kuat tekan diperoleh nilai tertinggi yaitu pada sampel ke 3 dengan nilai hancur maksimum pada 18,53 Mpa. Dengan demikian, penambahan material steel fiber pada beton dapat meningkatkan mutu dan nilai kuat tekan beton dari target nilai kuat tekan  $F_c$  16,60 MPa.

### Daftar Pustaka

- Affandy, N.A. and Bukhori, A.I. (2019) 'p ISSN 2579-4620 e ISSN 2581-0855 PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERABUT KELAPA TERHADAP KUAT p ISSN 2579-4620 e ISSN 2581-0855', 3(2), pp. 150–158.
- Cookson, M.D. and Stirk, P.M.R. (2019) '濟無No Title No Title No Title', 5(1), pp. 31–33.
- Ghalehnovi, M., Karimpour, A. and de Brito, J. (2019) 'Influence of steel fibres on the flexural performance of reinforced concrete beams with lap-spliced bars', *Construction and Building Materials*, 229, p. 116853. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116853>.

- Ghasemi, M., Ghasemi, M.R. and Mousavi, S.R. (2019) 'Studying the fracture parameters and size effect of steel fiber-reinforced self-compacting concrete', *Construction and Building Materials*, 201, pp. 447–460. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.172>.
- Gülşan, M.E. et al. (2019) 'Development of fly ash/slag based self-compacting geopolymer concrete using nano-silica and steel fiber', *Construction and Building Materials*, 211, pp. 271–283. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.228>.
- Iwan, A. (2019) 'Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori', (June). Available at: <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.365>.
- Liew, K.M. and Akbar, A. (2020) 'The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete', *Construction and Building Materials*, 232, p. 117232. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117232>.
- Maryanto, M., Winarto, S. and Krisnawati, L.D. (2018) 'Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Limbah Kuningan Terhadap Kuat tekan Beton Mutu K-225', *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), pp. 76–90. Available at: <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i1.142>.
- Skarżyński, L. and Suchorzewski, J. (2018) 'Mechanical and fracture properties of concrete reinforced with recycled and industrial steel fibers using Digital Image Correlation technique and X-ray micro computed tomography', *Construction and Building Materials*, 183, pp. 283–299. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.182>.
- Sukismo, Goetomo, D. and Budi, G.S. (2016) 'Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Steel Fiber Terhadap Uji Kuat Tekan, Tarik Belah dan Kuat Lentur Pada Campuran Beton Mutu  $F'_c$  25 MPa', *JeLAST*, 3, pp. 1–7.
- Syarif, A., Setyawan, C. and Farida, I. (2016) 'Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah', *Jurnal Konstruksi*, 14(1), pp. 46–56. Available at: <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.14-1.349>.
- Tamayo, P. et al. (2020) 'Mechanical and durability properties of concrete with coarse recycled aggregate produced with electric arc furnace slag concrete', *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1). Available at: <https://doi.org/10.3390/app10010216>.
- Veronica Guerini, Antonio Conforti, G.P. and S.K. (2018) 'Concrete Properties', *Fibers*, 6(47), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.3390/fib6030047>.
- Winarto, S. (2018) 'PEMANFAATAN SERAT IJUK SEBAGAI MATERIAL CAMPURAN DALAM BETON UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BETON MENAHAN BEBAN TEKAN Studi', *UKaRsT*, 1(1), pp. 1–10.
- Wu, Z., Shi, C. and Henri, K. (2019) 'Investigation of mechanical properties and shrinkage of ultra-high performance concrete: Influence of steel fiber content and shape', *Composites Part B*, 174(June),



- p. 107021. Available at:  
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107021>.
- Xie, J. *et al.* (2018) 'Effects of the addition of silica fume and rubber particles on the compressive behaviour of recycled aggregate concrete with steel fibres', *Journal of Cleaner Production*, 197, pp. 656–667. Available at:  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.237>.
- Yoo, D. and Moon, D. (2018) 'Effect of steel fibers on the flexural behavior of RC beams with very low reinforcement ratios', *Construction and Building Materials*, 188, pp. 237–254. Available at:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.08.099>.