

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

Netta Riana¹⁾

Vera Agustriana Noorhidana²⁾

Laksmi Irianti³⁾

Fikri Alami⁴⁾

Abstract

In general, the structural characteristics of concrete are that it has a high compressive strength but is weak in tensile strength. The aim of this study was to compare the effects of adding Dramix 3D carbon steel fiber and bendrat wire fiber on the compressive strength, split tensile strength, and flexural tensile strength in normal quality concrete. In this study, the addition of Dramix 3D carbon steel fiber and bendrat wire fiber with volume fractions of 0%, 1%, 1.5%, and 2% of the volume of the concrete mix was evaluated. The samples for this study were a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm for the compressive strength and split tensile strength tests, and a beam measuring 10 x 10 x 40 cm for the flexural tensile strength test. From the results of the study, it was found: (1) The compressive strength maximum occur of the addition of bendrat wire fiber at Vf 1% increased by 19.33% from the compressive strength of concrete at Vf 0%, (2) The split tensile strength maximum occur of the addition of 3D Dramix carbon steel fibers at Vf 2% increased by 88.38% from the split tensile strength of Vf 0% concrete., and (3) The flexural tensile strength maximum occur of the addition of Dramix 3D carbon steel fibers at Vf 2% increased by 465.63% from the flexural tensile strength of concrete at Vf 0%.

Key words : Dramix 3D carbon stell fiber, bendrat wire fiber, compressive strength, split tensile strength, flexural tensile strength.

Abstrak

Beton mempunyai kuat tekan yang besar tetapi lemah terhadap kuat tarik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui 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. Pada penelitian ini, dilakukan penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat dengan volume fraksi sebesar 0%, 1%, 1,5% dan 2% dari volume adukan beton. Sampel pada penelitian ini berupa silinder dengan (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) untuk uji kuat tekan dan kuat tarik belah, dan balok berukuran (10 x 10 x 40 cm) untuk uji kuat tarik lentur. Dari hasil penelitian didapatkan: (1) Kuat tekan maksimum terjadi pada penambahan serat kawat bendrat pada Vf 1% mengalami peningkatan sebesar 19,33% dari kuat tekan beton Vf 0%, (2) Kuat tarik belah maksimum terjadi pada penambahan serat baja karbon 3D Dramix pada Vf 2% mengalami peningkatan sebesar 88,38% dari kuat tarik belah beton Vf 0%, dan (3) Kuat tarik lentur maksimum terjadi pada penambahan serat baja karbon 3D Dramix pada Vf 2% mengalami peningkatan sebesar 465,63% dari kuat tarik lentur beton Vf 0%.

Kata kunci : serat baja karbon 3D Dramix, serat kawat bendrat, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur.

¹⁾ Mahasiswa pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Surel: nettariana10@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Study ini membahas perilaku beton serat yang meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur serta perilaku beton dalam menahan beban. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan 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. Adapun beberapa kelebihan serat baja, yaitu memiliki modulus yang tinggi, tidak mengalami perubahan bentuk terhadap alkali dalam semen, dan adanya *bond strength* yaitu penganker mekanis antara beton dengan serat. Dengan menambahkan serat baja dalam beton polos, maka akan terjadi peningkatan kapasitas kekuatan beton secara signifikan (Thomas & Ramaswamy, 2007).

II. TINJAUAN PUSTAKA

(Siswanto, 2011), meneliti tentang pengaruh serat kawat bendrat pada kapasitas tarik dan lentur beton dengan *volume fraction* 0%, 2%, dan 4% dari berat beton. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat baja 2% mempunyai kontribusi peningkatan kuat tekan sebesar 6,77%, penambahan serat baja 4% memiliki kontribusi peningkatan kuat tarik sebesar 35,5% terhadap beton polos. Sedangkan pada beton serat 2%, terjadi peningkatan kuat tarik lentur sebesar 23,27% terhadap beton polos. (Putra dkk, 2020), meneliti tentang pengaruh penambahan serat baja karbon terhadap kuat lentur balok beton bertulang pada beton mutu normal dengan *volume fraction* (*V_f*) 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik lentur balok beton tertinggi terjadi pada *V_f* 1,5% dan mengalami peningkatan sebesar 281,42% dari *V_f* 0%. Pada kuat tarik lentur balok beton bertulang dengan beban maksimum terjadi pada *V_f* 1,5% dan mengalami peningkatan sebesar 56,64% dari *V_f* 0%.

Pada penelitian terdahulu sudah banyak dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat baja karbon dan serat kawat bendrat pada beton mutu normal, namun belum ada penelitian yang dilakukan dengan membandingkan kedua serat yaitu serat baja karbon dan serat kawat bendrat secara bersamaan. Maka pada penelitian ini dilakukan 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.

Kuat tarik belah beton merupakan nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan (SNI 03-2491, 2014). Nilai kuat tarik belah dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$f_t = \frac{2.P}{\pi.L_s.D} \quad (1)$$

Dimana:

- f_t = Kuat tarik belah beton (MPa)
- f_c = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban maksimum yang diberikan (N)
- L_s = Tinggi silinder (mm)
- D = Diameter silinder (mm)

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah (SNI 4431, 2011). Nilai kuat lentur beton dapat dihitung dengan Persamaan:

$$\sigma_t = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (2)$$

$$\sigma_t = \frac{P.a}{b.h^2} \quad (3)$$

Dimana:

- σ_t = Kuat tarik lentur beton (MPa)
- f_c = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (Ton)
- L = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)
- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)
- b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dan teoritis yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pada penelitian ini dilakukan penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat dengan volume fraksi sebesar 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dari volume adukan beton. Serat baja yang dipakai yaitu Dramix 3D produksi PT. Bakert dengan tipe ujung berkait (*hooked*), diameter 0,75 mm dan panjang 60 mm, atau dengan aspek rasio (l/d) 80, dan serat kawat bendrat yang dipakai yaitu dengan diameter 0,80 mm dan panjang 60 mm, atau dengan aspek rasio (l/d) 75. *Superplasticizer* yang digunakan adalah jenis M261 HRWR. Benda uji terdiri dari silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, dan balok beton dengan ukuran 100 mm x 100 mm x 400 mm untuk pengujian kuat tarik lentur. Mutu beton yang direncanakan yaitu 25 MPa, dan pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Material

Pengujian sifat-sifat fisik material dilakukan untuk mengetahui data awal material yang akan dipakai pada campuran beton. Sifat-sifat fisik material yang diuji meliputi kadar air, berat jenis dan penyerapan, gradasi, berat volume, kadar lumpur, dan kandungan zat organik. Hasil pemeriksaan pengujian material dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Pengujian Material Penyusun Beton

Jenis Pengujian	Material yang Dipakai	Nilai Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar air	Agregat kasar	2,09%	0 - 3%
	Agregat halus	0,5%	0 - 1%
Berat jenis	Agregat kasar	2,62	2,5 - 2,9
	Agregat halus	2,6	2,0 - 2,9
Penyerapan	Agregat kasar	2%	1 - 3%
	Agregat halus	2,25%	1 - 3%
Berat volume	Agregat kasar	1519,4 kg/m ³	-
	Agregat halus	1595,6 kg/m ³	-
Kadar lumpur Kandungan zat organis	Agregat kasar	1,156%	< 5%
	Agregat halus	Sama dengan warna standar	Tidak boleh lebih gelap dari warna standar

4.2 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton tanpa serat menggunakan metode ACI. Sedangkan komposisi campuran beton serat dihitung dengan penambahan serat baja karbon dan serat kawat bendrat sesuai dengan persentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton (*volume fraction*) yang ditentukan. Komposisi kebutuhan material per m³ beton dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Material Per m³

Jenis Serat	VF (%)	Material (Kg)						Berat (Kg)
		Semen	Pasir	Split	Air	Serat	SP 1%	
Baja Karbon 3D Dramix	0	429,87	742,32	932,35	203,00	-	4,30	2311,84
	1	424,61	733,25	920,96	200,52	78,50	4,25	2362,09
	1,5	422,56	729,70	916,51	199,55	117,75	4,23	2390,30
	2	420,53	726,19	912,10	198,59	157,00	4,21	2418,62
Kawat Bendrat	1	424,61	733,25	920,96	200,52	66,80	4,25	2350,39
	1,5	422,56	729,70	916,51	199,55	100,20	4,23	2372,75
	2	420,53	726,19	912,10	198,59	133,60	4,21	2395,22

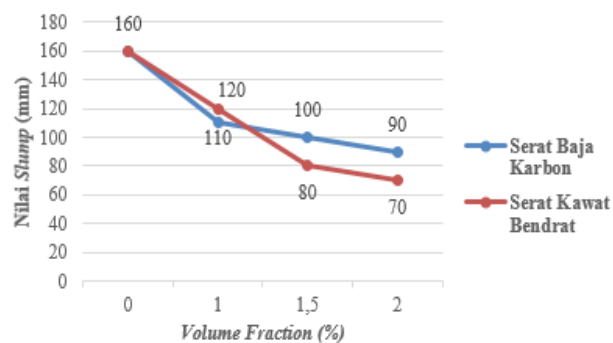
4.3 Kelecekan (Workability)

Kelecekan (*workability*) merupakan sifat-sifat adukan beton atau mortar yang mengindikasikan tingkat kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan *finishing*. Nilai *slump* dan *VB Time* adukan beton tanpa serat dan beton serat dapat dilihat pada Tabel 3.

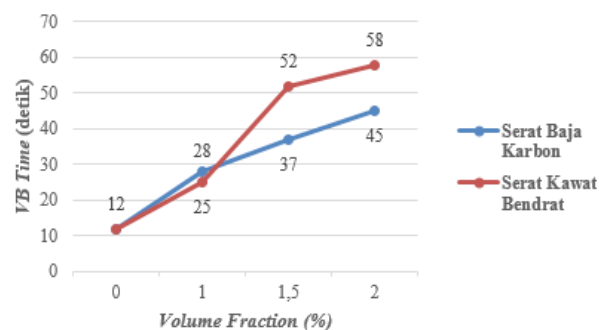
Tabel 3. Nilai *Slump* Adukan Beton Tanpa Serat dan Beton Serat

V_f (%)	Serat Baja Karbon 3D Dramix		Serat Kawat Bendrat	
	Slump (mm)	VB time (detik)	Slump (mm)	VB time (detik)
0	160	12	160	12
1	110	28	120	25
1,5	100	37	80	52
2	90	45	70	58

Dapat dilihat pada Tabel 3, peningkatan penambahan jumlah serat menyebabkan *workability* adukan beton semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat membuat adukan beton menjadi semakin kental dan nilai *slump* akan semakin kecil dan nilai *VB time* semakin besar. Penurunan nilai *slump* disebabkan karena penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat yang saling mengunci antar material. Dengan penambahan serat maka luas permukaan material yang dilumasi oleh air akan bertambah sehingga kandungan air bebas yang sangat berpengaruh pada kelecakan adukan beton akan berkurang. Sehingga adukan beton memerlukan waktu penggetaran yang cukup lama dalam meratakan permukaan beton. Grafik nilai *slump* dan *VB Time* beton serat dan beton tanpa serat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik hubungan antara *volume fraction* dan nilai *slump*.



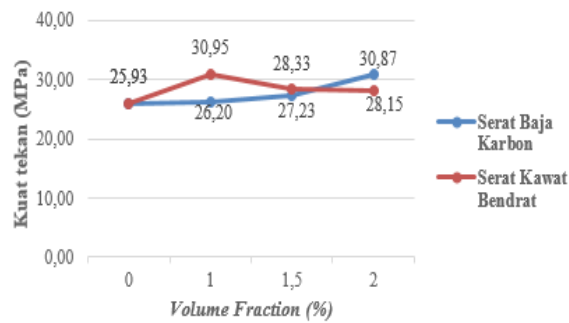
Gambar 2. Grafik hubungan antara *volume fraction* dan nilai *VB time*.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

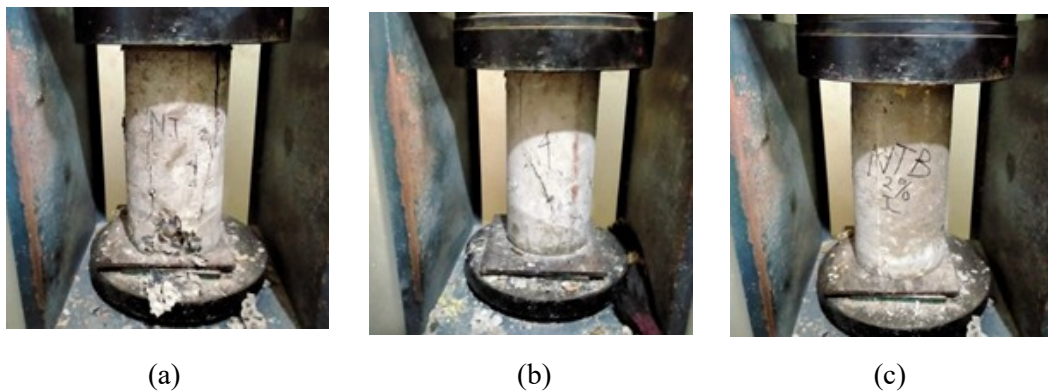
Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban tekan secara menerus hingga benda uji runtuh kemudian mencatat beban maksimum (P). Pengujian ini menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*). Dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 3, penambahan serat baja karbon 3D Dramix dengan *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tekan beton tertinggi yaitu sebesar 30,87 MPa. Sedangkan penambahan serat kawat bendrat dengan *volume fraction* 1% dalam adukan beton menghasilkan kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan penambahan serat kawat bendrat dengan *volume fraction* 0%, 1,5%, dan 2% yaitu sebesar 30,95 MPa. Penurunan kuat tekan disebabkan semakin bertambahnya *volume fraction* maka akan semakin besar pori-pori yang dihasilkan serat di dalam adukan semakin besar karena ikatan antar serat yang saling *overlapping* menyebabkan sulitnya pergerakan agregat. Kurang sempurnanya proses pengerjaan dan pemadatan juga menyebabkan serat baja tidak terdistribusi secara merata sehingga didapatkan beton yang kurang padat dan kuat tekan yang dihasilkan lebih kecil.

Tabel 4. Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton

Jenis serat	<i>Volume Fraction (%)</i>	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
Baja Karbon 3D Dramix	0	12,29	411,70	23,30	0,00
		12,57	497,50	28,15	
		12,30	465,70	26,35	
	Rata-Rata	12,39	458,30	25,93	
	1	12,56	476,30	26,95	1,01
		12,67	462,90	26,19	
		12,42	449,60	25,44	
	Rata-Rata	12,55	462,93	26,20	
	1,5	12,52	487,10	27,56	5,00
		12,89	482,70	27,32	
		12,63	473,90	26,82	
	Rata-Rata	12,68	481,23	27,23	
Kawat Bendrat	2	12,99	546,00	30,90	19,03
		13,00	544,60	30,82	
		13,24	545,90	30,89	
	Rata-Rata	13,07	545,50	30,87	
	1	12,65	558,60	31,61	19,33
		12,63	561,40	31,77	
		12,51	520,70	29,47	
	Rata-Rata	12,60	546,90	30,95	
	1,5	12,77	507,80	28,74	9,24
		12,75	514,20	29,10	
		12,62	480,00	27,16	
	Rata-Rata	12,71	500,67	28,33	
	2	13,09	518,00	29,31	8,54
		12,86	470,00	26,60	
		13,05	504,30	28,54	
	Rata-Rata	13,06	527,67	28,15	



Gambar 3. Grafik hubungan antara *volume fraction* dan kuat tekan beton.



Gambar 4. Benda uji kuat tekan beton (a) tanpa serat (b) dengan serat baja karbon 3D Dramix (c) dengan serat kawat bendrat setelah diuji.

Dari Gambar 4, dapat dilihat secara visual bahwa kuat tekan pada beton tanpa serat mengalami retakan yang lebih besar disertai bunyi ledakan dibandingkan dengan beton serat. Hal ini terjadi dikarenakan beton tanpa serat tidak mengalami pengikatan sedangkan pada beton serat mengalami pengikatan sehingga tidak mengalami retak yang terlalu besar dan tidak menghasilkan ledakan.

4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat sampel beton silinder berumur 28 hari setelah pengecoran. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tegangan tarik beton dengan menggunakan serat baja karbon 3D Dramix, serat kawat bendrat, dan beton tanpa serat. Pengujian ini menggunakan alat CTM.

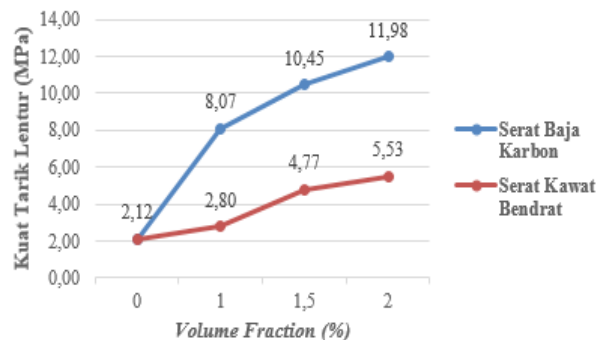
Dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5, penambahan serat baja karbon 3D Dramix dengan *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi yaitu sebesar 5,57 MPa, dan penambahan serat kawat bendrat dengan *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi yaitu sebesar 4,65 MPa. Penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat pada beton sangat mempengaruhi kuat tarik belah, hal ini dikarenakan sifat baja yang

memiliki kelebihan dalam menahan tarik. Penyebaran serat yang tersebar secara acak bekerja dengan menahan penyebaran retak, pembatas antar agregat dan berfungsi sebagai tulangan. Serat dalam beton meningkatkan kemampuan beton dalam menyerap energi dan mengubah beton dari bahan yang getas menjadi lebih daktail.

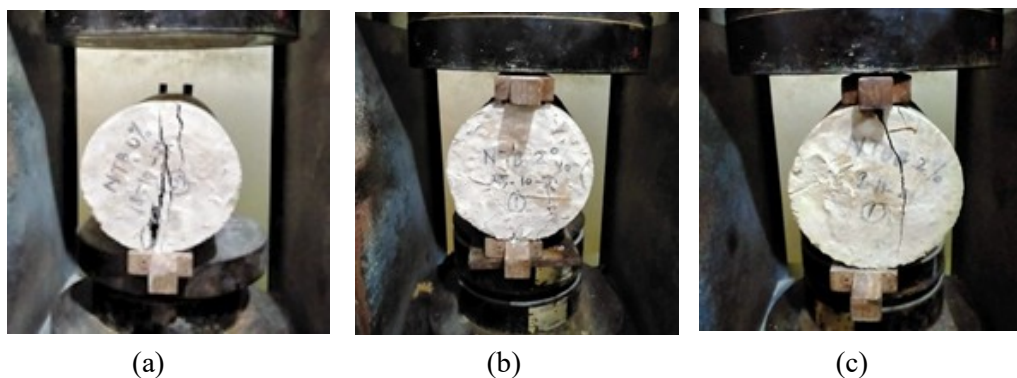
Pada Gambar 6, menunjukkan bahwa benda uji kuat tarik belah beton tanpa serat mengalami keruntuhan menjadi dua bagian, hal ini terjadi karena sifat beton yang lemah terhadap kuat tarik. Sedangkan pada beton serat keruntuhan tidak terjadi secara tiba-tiba, hal ini terlihat pada kemampuan beton serat yaitu dapat mempertahankan tegangan pada daerah tarik.

Tabel 5. Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton

Jenis serat	Volume Fraction (%)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kenaikan Kuat Tarik Belah (%)
Baja Karbon 3D Dramix	0	12,23	210,20	2,97	0,00
		12,55	194,30	2,75	
		12,32	222,50	3,15	
	Rata-Rata	12,37	209,00	2,96	
	1	12,82	311,60	4,41	53,65
		12,72	319,90	4,53	
		12,64	331,90	4,70	
	Rata-Rata	12,73	321,13	4,54	
	1,5	13,02	405,80	5,74	77,35
		12,85	365,50	5,17	
		12,92	340,70	4,82	
	Rata-Rata	12,93	370,67	5,24	
Kawat Bendrat	2	12,96	358,90	5,08	88,38
		12,92	344,50	4,87	
		12,90	346,60	4,90	
	Rata-Rata	12,93	350,00	5,57	
	1	12,49	217,50	3,08	11,95
		12,55	248,40	3,51	
		12,56	236,00	3,34	
	Rata-Rata	12,53	233,97	3,31	
	1,5	12,72	285,50	4,04	39,76
		12,73	294,00	4,16	
		12,56	296,80	4,20	
	Rata-Rata	12,67	292,10	4,13	
	2	13,12	330,80	4,68	57,30
		13,06	328,60	4,65	
		13,25	326,90	4,62	
	Rata-Rata	13,14	328,77	4,65	



Gambar 5. Grafik hubungan antara *volume fraction* dan kuat tarik belah beton.



Gambar 6. Benda uji kuat tarik belah beton (a) tanpa serat (b) dengan serat baja karbon 3D Dramix (c) dengan serat kawat bendrat setelah diuji.

4.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur

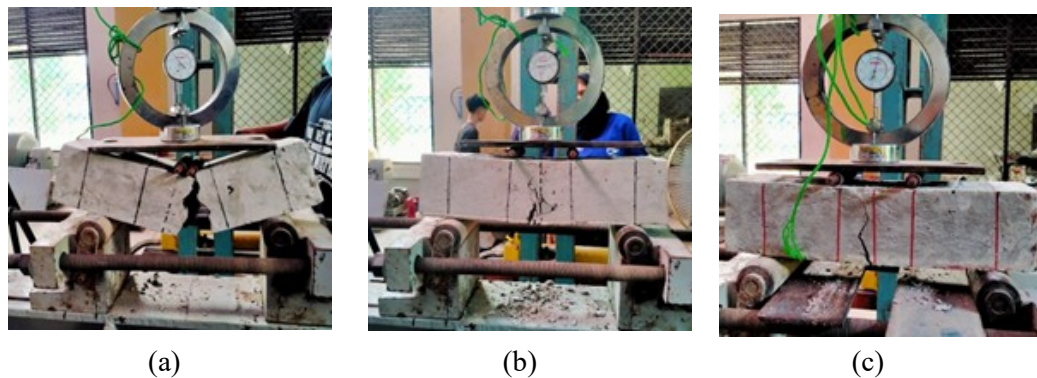
Pembuatan beton serat bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton terhadap lentur. Pada penelitian ini, pengujian kuat lentur dilakukan pada balok berumur 28 hari dengan dimensi balok 40cm x 10cm x 10 cm. Pengujian kuat lentur balok dilakukan dengan memberikan 2 beban terpusat pada jarak 1/3 bentang.

Dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 7, penambahan serat baja karbon 3D Dramix dengan *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi yaitu sebesar 11,98 MPa, dan penambahan serat kawat bendrat dengan *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi yaitu sebesar 5,53 MPa. Penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat pada beton sangat mempengaruhi kuat lentur, hal ini dikarenakan sifat baja yang memiliki kelebihan dalam menahan tarik. Selain itu juga gaya yg diberikan kepada beton serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat ditahan secara bersama-sama oleh beton dan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat.

Tabel 6. Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tarik Lentur Beton

Jenis serat	<i>Volume Fraction (%)</i>	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Lentur (MPa)	Kenaikan Tarik Lentur (%)
	Rata-Rata	9,68	8032,87	2,12	0,00
Baja		10,23	22883,93	6,87	
Karbon		9,76	33685,19	10,11	
3D	Rata-Rata	9,81	22277,76	8,07	
Dramix	115	10,11	34955,80	10,49	383,10
	Rata-Rata	10,30	27336,99	10,45	
	Rata-Rata	9,55	39691,80	11,98	
	Rata-Rata	9,66	9324,61	2,80	
Kawat Bendrat					
	Rata-Rata	9,56	15893,05	4,77	

Gambar 7. Grafik hubungan antara *volume fraction* dan kuat tarik lentur beton.



Gambar 8. Benda uji kuat tarik lentur beton (a) tanpa serat (b) dengan serat baja karbon 3D Dramix (c) dengan serat kawat bendrat setelah diuji.

Dari Gambar 8, menunjukkan bahwa benda uji kuat tarik lentur beton tanpa serat yang dibebani oleh dua titik pembebanan mengalami patah pada daerah yang menerima beban maksimum yaitu terjadi disepertiga bentang, hal ini terjadi karena sifat beton yang lemah terhadap kuat tarik. Sedangkan pada beton serat benda uji hanya mengalami retakan dan tidak sampai putus, hal ini terjadi karena serat yang digunakan dapat berperan sebagai tulangan sehingga mampu menahan gaya tarik.

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur pada penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat pada beton mutu normal dapat disimpulkan bahwa penambahan serat baja karbon 3D Dramix lebih signifikan dibandingkan serat kawat bendrat. Saifudin dkk (2015), melakukan penelitian dengan campuran serat baja Dramix tipe RC 80/60 BN dan RC 65/35 BN. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, kuat tarik belah maksimum didapat dari hasil penambahan serat 80 kg/m³ tipe RC 80/60 BN yang mencapai 4,435 MPa atau meningkat 44,62% dibandingkan beton normal. (Faizah dkk (2017), meneliti tentang perbandingan pengaruh penambahan serat bendrat lurus (*straight*) dengan serat bendrat berkait (*hooked*) terhadap perilaku beton dengan beban tekan berulang. Nilai kuat tekan, tarik belah dan tarik lentur optimum terjadi pada beton dengan campurann serat kawat bendrat berkait. Namun, nilainya tidak mengalami peningkatan yang cukup signifikan antara variasi serat kawat bendrat lurus dengan serat kawat bendrat berkait. Kuat tekan optimum pada serat kawat bendrat berkait yaitu sebesar 34,5189 MPa, kuat tarik belah optimum pada serat kawat bendrat berkait yaitu sebesar 3,2067 MPa dan kuat tarik lentur optimum pada serat kawat bendrat berkait yaitu sebesar 8,9380 MPa.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serat baja karbon 3D Dramix dan serat kawat bendrat yang memenuhi pengujian *workability* pada beton serat yaitu *slump test* dan *VB time* didapat pada *volume fraction* 1%.
2. Pada kuat tekan beton penambahan serat baja karbon *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tekan beton tertinggi sebesar 30,85 MPa dan mengalami peningkatan kuat tekan beton sebesar 18,95% dari kuat tekan beton *volume fraction* 0%

yaitu 25,93 MPa. Sedangkan Penambahan serat kawat bendrat *volume fraction* 1% dalam adukan beton menghasilkan kuat tekan beton tertinggi sebesar 30,95 MPa dan mengalami peningkatan kuat tekan beton sebesar 19,33% dari kuat tekan beton *volume fraction* 0% yaitu 25,93 MPa.

3. Pada kuat tarik belah beton pada penambahan serat baja karbon *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi sebesar 5,57 Mpa dan mengalami peningkatan kuat tarik belah beton sebesar 88,38% dari kuat tekan beton *volume fraction* 0% yaitu 2,96 MPa. Sedangkan Penambahan serat kawat bendrat *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik belah beton tertinggi sebesar 4,65 MPa dan mengalami peningkatan kuat tarik belah beton sebesar 57,30% dari kuat tarik belah beton *volume fraction* 0% yaitu 2,96 MPa.

4. Pada kuat tarik lentur beton pada penambahan serat baja karbon *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik lentur beton tertinggi sebesar 11,98 MPa dan mengalami peningkatan kuat tarik lentur beton sebesar 465,63% dari kuat tarik lentur beton *volume fraction* 0% yaitu 2,12 MPa. Penambahan serat kawat bendrat *volume fraction* 2% dalam adukan beton menghasilkan kuat tarik lentur beton tertinggi sebesar 5,53 MPa dan mengalami peningkatan kuat tarik lentur beton sebesar 161,10% dari kuat tarik lentur beton *volume fraction* 0% yaitu 2,12 MPa.

5. Penambahan serat baja karbon 3D Dramix lebih signifikan dibandingkan serat kawat bendrat. Pada benda uji beton dengan campuran serat baja karbon 3D Dramix memiliki lebar jangkauan keretakan yang lebih menyebar sehingga mempunyai kemampuan penyerapan energi yang lebih besar dibandingkan beton dengan campuran serat kawat bendrat.

DAFTAR PUSTAKA

- Faizah Nitiranda, P., Purwanto, E., and Irianti, L., 2017. Perbandingan Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Berkait (Hooked) Terhadap Prilaku Beton Dengan Beban Tekan Berulang. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 5 (4), 1–12.
- Putra Miranda, A., Noorhidana Agustriana, V., and Isneini, M., 2020. Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada Beton Mutu Normal. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 8 (3), 1–14.
- Saifudin, A., As'ad, S., and Sunarmasto, 2015. Pengaruh Dosis, Aspek Rasio, Dan Distribusi Serat Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat Tarik Belah Beton Berserat Baja. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 1–8.
- Siswanto, A., 2011. Pengaruh Fiber Baja pada Kapasitas Tarik dan Lentur Beton. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung*, 1–7.
- SNI 03-2491, 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 1-17.
- SNI 4431, 2011. *Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan*. Badan Standar Nasional Indonesia, 1-16.
- Thomas, J. and Ramaswamy, A., 2007. Mechanical Properties of Steel Fiber-Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19 (5), 1–8.