

## ANALISIS BIAYA DAN MUTU PENGGUNAAN STEEL FIBER PADA RIGID PAVEMENT DENGAN METODE EKSPERIMENTAL LABORATORIUM

Fajar Romadhon<sup>1</sup>, Risma Marleno<sup>2\*</sup>, Fredy Kurniawan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

<sup>3</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Narotama, Surabaya

Email: [eff.fajarromadhon@gmail.com](mailto:eff.fajarromadhon@gmail.com)<sup>1</sup>; [marleno.ts@gmail.com](mailto:marleno.ts@gmail.com)<sup>2</sup>

### Abstrak

Indonesia adalah negara berkembang, konstruksi beton masih menjadi pilihan utama untuk pembangunan di bidang konstruksi di Indonesia. Dengan melakukan berbagai inovasi pada satu atau lebih komponen pada struktural beton tersebut akan sangat berpengaruh pada penghematan dan penambahan kualitas pada konstruksi beton. Inovasi teknologi beton yang sedang berkembang di mancanegara saat ini di antaranya adalah teknologi beton dengan campuran serat baja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan biaya dan mutu penggunaan serat baja steel fiber (dramix) dan besi tulangan wiremesh pada perkerasan kaku rigid pavement. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Pada penelitian ini menunjukkan biaya serat baja lebih murah dan ekonomis daripada baja tulangan pada pekerjaan perkerasan kaku. Dalam satuan 1m<sup>3</sup> beton dengan besi tulangan wiremesh m8 menghasilkan biaya Rp. 2.138.343,26 dan beton dengan penambahan serat baja steel fiber (dramix) dengan kadar 10% menghasilkan biaya Rp. 1.798.089,00. Terdapat penghematan biaya Rp. 340.254,26 dalam 1m<sup>3</sup>. Penambahan serat baja pada campuran beton mengalami penambahan kuat tekan pada saat umur 28 hari lebih besar daripada campuran beton normal dengan nilai kuat tekan  $f_c' 29,07\text{MPa}$ , sedangkan untuk beton dengan penambahan serat baja steel fiber (dramix) dengan kadar 10%:  $f_c' 29,34\text{MPa}$ , 15%:  $f_c' 29,38\text{Mpa}$ , 20%:  $f_c' 29,41\text{MPa}$ , dan 30%:  $f_c' 29,58\text{Mpa}$ . Pada pengujian kuat lentur beton dengan besi tulangan wiremesh m8, menghasilkan kuat lentur  $f_c' 4,978\text{MPa}$ . Sedangkan untuk beton dengan penambahan serat baja steel fiber (dramix) kadar 10%:  $f_c' 5,173\text{Mpa}$ , 15%:  $f_c' 5,316\text{Mpa}$ , 20%:  $f_c' 5,458\text{Mpa}$ , dan 30%:  $f_c' 5,707\text{Mpa}$ .

**Kata kunci:** steel fiber, dramix, wiremesh m8, rigid pavement

### Abstract

Indonesia as a developing country is still using concrete in its construction. By modifying one or more component on the concrete construction, it will affect the cost saving and the quality of the construction. The current innovation in concrete technology in developed country is the mixture of steel fiber in the concrete construction. This study aims to find and compare the cost and quality of the use of steel fiber (dramix) and iron wiremesh in the rigid pavement. The method used in this study is a laboratory experiment. The study results that steel fiber costs less and is more economic than reinforcing steel in rigid pavement. In 1m<sup>3</sup> concrete with reinforcing iron wiremesh m8 costs Rp. 2.138.343,26. However, a concrete in mixture of 10% steel fiber (dramix) costs Rp. 1.798.089,00. There is cost savings Rp. 340.254,26 in 1m<sup>3</sup>. The mixing of steel fiber in concrete has 28 days longer compressive strength than the ordinary concrete mix with compressive strength value  $f_c' 29,07\text{Mpa}$ . However, concretes with the mix of steel fiber (dramix) has more compressive strength that varies in level; 10%:  $f_c' 29,34\text{MPa}$ ,

15%:  $f_c' 29,38\text{Mpa}$ , 20%:  $f_c' 29,41\text{MPa}$ , and 30%:  $f_c' 29,58\text{Mpa}$ . In flexural strength test, the concrete with iron wiremesh m8 results flexural strength  $f_c' 4,978\text{MPa}$ . However, a concrete with the mix of steel fiber (dramix) has more flexural strength that differs within level; 10%:  $f_c' 5,173\text{Mpa}$ , 15%:  $f_c' 5,316\text{Mpa}$ , 20%:  $f_c' 5,458\text{Mpa}$ , and 30%:  $f_c' 5,707\text{Mpa}$ .

**Keywords:** steel fiber, dramix, wiremesh m8, rigid pavement

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara berkembang, konstruksi beton masih menjadi pilihan utama untuk pembangunan di bidang konstruksi di Indonesia. Konstruksi beton memiliki beberapa kelebihan dari konstruksi yang lain. Dengan melakukan berbagai inovasi pada satu atau lebih komponen pada struktural beton tersebut akan sangat berpengaruh pada penghematan maupun penambahan kualitas pada konstruksi beton, yang pada akhirnya inovasi tersebut dapat diaplikasikan pada seluruh konstruksi beton di Indonesia. Inovasi teknologi beton yang sedang banyak berkembang di mancanegara saat ini di antaranya adalah teknologi beton dengan campuran serat baja steel fiber (dramix).

Di Indonesia sendiri, penelitian mengenai beton berserat baja sudah banyak dilakukan baik sebagai pengujian material maupun pengujian dalam bentuk spesimen dan struktural. Akan tetapi dari beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan di Indonesia memperlihatkan bahwa penelitian yang dilakukan tersebut hanya terbatas pada serat baja alami yang belum terbukti dan teruji kualitas dan karakteristiknya. Pada penelitian ini penulis akan menguji beton berserat baja dan juga pengujian material pendukungnya dengan menggunakan serat baja yang telah teruji yang diproduksi oleh Dramix mengenai sifat-sifat mekanis serta karakteristiknya.

### TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui dan membandingkan biaya menggunakan serat baja *steel fiber (dramix)* dengan besi tulangan (*wiremesh*) pada campuran beton.
2. Untuk mengetahui kuat tekan ( $f_c'$ ) terhadap campuran beton menggunakan serat baja *steel fiber (dramix)*.
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat lentur beton dengan penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* dan besi tulangan (*wiremesh*).

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku atau *rigid pavement* adalah perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama, perkerasan kaku merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur (*asphalt*). Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar. Jalan-jalan tersebut

umumnya menggunakan beton sebagai bahan perkerasannya, namun untuk meningkatkan kenyamanan biasanya di atas permukaan perkerasan dilapisi *asphalt*.

Perkerasan kaku direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta dalam umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut perkerasan kaku (*rigid pavement*) harus:

1. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu lintas) sampai batas-batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan atau lendutan yang dapat merusak perkerasan.
2. Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

#### B. Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland*, agregat (agregat kasar dan agregat halus), air dan terkadang ditambah dengan menggunakan bahan tambah (*admixtures*) yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan non kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 1996). Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1985).

DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen *portland* atau semen *hidrolik* yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990-03:1).

Dalam keadaan segar, beton mudah dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Apabila campuran beton dibiarkan maka akan mengeras seperti batu. Pengerasan itu terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen. Beton dalam keadaan mengeras mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Untuk Mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya. Umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan semakin tinggi nilai kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca).

#### C. Konsep Beton Serat

Menurut ACI Committee 544 (1993), beton berserat adalah beton yang terbuat dari semen *hidrolik*, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan *additive* (Soroushian & Bayasi, 1987).

Sifat-sifat mekanika beton serat dipengaruhi oleh jenis serat, aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*), *volume fraction* serat, kekuatan beton, geometri dan pembuatan benda uji serta agregat. Aspek rasio ( $l/d$ ) yaitu rasio antara panjang serat ( $l$ ) dan diameter serat ( $d$ ). Sedangkan *volume fraction* yaitu persentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume adukan. Menurut ACI Committee 544

(1988), untuk mendapatkan kelecakan yang baik dan *fiber dispersion* (serat tersebar merata dengan orientasi random dalam adukan beton) diperlukan batasan ukuran maksimum agregat, gradasi yang tepat, penambahan kadar semen, dan kemungkinan penambahan abu terbang (*fly ash*) atau bahan campur lain (*super plasticizer*). Umumnya, kelecakan akan menurun dengan makin banyaknya prosentase serat yang ditambahkan dan makin besarnya aspek rasio.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Persiapan JMF (*Job Mix Formula*)

Dalam penelitian kali ini menggunakan JMF (*Job Mix Formula*) yang sudah ada.

Tabel 1 Komposisi 1 m<sup>3</sup> Beton  $f_c' 29.5\text{MPa}$ .

No.	Bahan	Jumlah	Satuan
1	PC	448	Kg
2	Pasir	667	kg
3	Koral	1000	kg
4	Air	215	liter
Total Berat		2.330	Kg

Sumber: [www.sentosamortar.com](http://www.sentosamortar.com)

### B. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari silinder diameter 15cm dengan tinggi 30cm. Pengujian pada saat berumur 28 hari, yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2 Jumlah benda uji.

<i>Volume Fraction</i>	Normal	10%	15%	20%	30%	<i>Wire mesh</i>	Total
Kuat Tekan	N.1	DSF.10.A	DSF.15.A	DSF.20.A	DSF.30.A		20
	N.2	DSF.10.B	DSF.15.B	DSF.20.B	DSF.30.B		
	N.3	DSF.10.C	DSF.15.C	DSF.20.C	DSF.30.C		
	N.4	DSF.10.D	DSF.15.D	DSF.20.D	DSF.30.D		
Kuat Lentur	N.1	N.10	N.15	N.20	N.30	W.1	6

Sumber: Hasil kajian penulis, 2020.

### C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab Fakultas Teknik Sipil Universitas Kadiri. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan membuat beton mutu normal dan menambahkan kadar serat Baja Tipe 3D sebanyak 10%, 15%, 20% dan 30% dari volume adukan beton. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu  $f_c' 29,05\text{MPa}$ . Benda uji berbentuk silinder beton dengan 15cm dan tinggi 30cm dan balok ukuran 15cm x 15cm x 60cm. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Dilaksanakan Pada bulan April 2020.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Perhitungan Rencana Campuran (*Job Mix Formula*)

Dalam penelitian ini, untuk perhitungan dari komposisi campuran beton yang digunakan dalam pembuatan benda uji mengacu pada SNI 7394: 2008 tentang campuran beton setiap 1m<sup>3</sup>. Mutu beton yang akan dicapai adalah  $f_c'$  29,5MPa atau setara dengan mutu beton K-350. Prosentase dalam penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* yang digunakan adalah sebesar 10%, 15%, 20% dan 30% dengan jumlah masing-masing variabelnya sebanyak 4 buah benda uji dan penambahan besi tulangan (*wiremesh*) m8 dan serat baja *steel fiber (dramix)* 10%, 15%, 20% dan 30% untuk benda uji balok. Komposisi material/campuran beton dan bahan disajikan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini.

**Tabel 3 Komposisi material untuk kebutuhan 1m<sup>3</sup>**

No.	Bahan	Jenis Beton Satuan	Beton	Beton 10%	Beton 15%	Beton 20%	Beton 30%
			Normal	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>
			N	DSF 10	DSF 15	DSF 20	DSF
1	Semen	kg	448				
2	Pasir	kg	667				
3	Koral	kg	1000				
4	Air	liter	215				
5	<i>Dramix</i>	kg	-	10	11	12	13

Sumber: [www.signalreadymix.com](http://www.signalreadymix.com) tanpa serat baja *steel fiber (dramix)*.

Sedangkan untuk kebutuhan material pembuatan satu cetakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4 Komposisi material untuk kebutuhan 1 buah silinder.**

No.	Bahan	Jenis Beton Satuan	Beton	Beton 10%	Beton 15%	Beton 20%	Beton 30%
			Normal	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>
			N	DSF 10	DSF 15	DSF 20	DSF 30
1	Semen	kg	2,3				
2	Pasir	kg	3,5				
3	Koral	kg	5,2				
4	Air	liter	1,1				
5	<i>Dramix</i>	kg	-	0,058	0,061	0,064	0,070

Sumber: Penelitian campuran serat baja *steel fiber (dramix)*.

No.	Bahan	Jenis Beton Satuan	Beton	Beton 10%	Beton 15%	Beton 20%	Beton 30%	WIREMESH
			Normal	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	<i>Dramix</i>	
			N	DSF 10	DSF 15	DSF 20	DSF 30	
1	Semen	kg	6					
2	Pasir	kg	9					
3	Koral	kg	13,5					
4	Air	liter	2,9					
5	<i>Dramix</i>	kg	-	0,058	0,061	0,064	0,070	-
6	<i>Wiremesh</i>	kg	-	-	-	-	-	0,65

Sumber: Penelitian campuran serat baja *steel fiber (dramix)*.

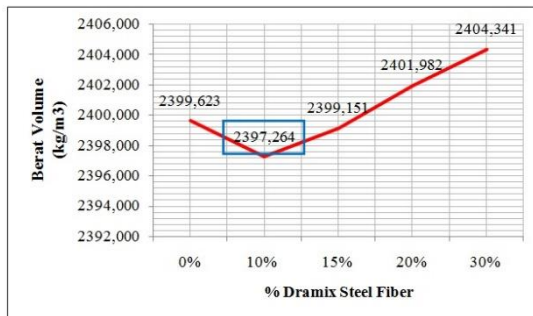
B. Berat Volume

Tabel 6 Berat volume satuan beton penambahan serat baja *steel fiber (dramix)*.

No.	Steel Fiber ( <i>Dramix</i> )	Berat Rata-Rata (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
1	0%	12,72	2399,623
2	10%	12,70	2397,264
3	15%	12,71	2399,151
4	20%	12,73	2401,982
5	30%	12,74	2404,341

Sumber: Data diolah.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan berat volume untuk benda uji dengan prosentase penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* 10% menjadi yang paling rendah dari beton normal atau sampel yang lain yaitu 2397,264kg/m<sup>3</sup>. Dapat dilihat dari gambar grafik berikut ini.



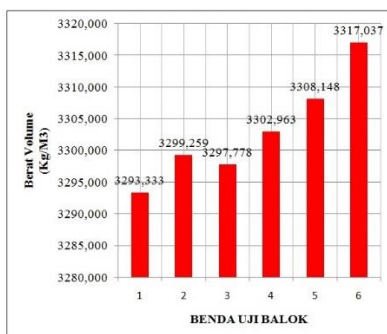
Gambar 1. Grafik berat volume benda uji silinder.

Tabel 7 Berat volume satuan beton benda uji balok.

No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
1	Normal	44,46	3293,333
2	Wiremesh	44,54	3299,259
3	Steel Fiber ( <i>Dramix</i> ) 10%	44,52	3297,778
4	Steel Fiber ( <i>Dramix</i> ) 15%	44,59	3302,963
5	Steel Fiber ( <i>Dramix</i> ) 20%	44,66	3308,148
6	Steel Fiber ( <i>Dramix</i> ) 30%	44,78	3317,037

Sumber: Data diolah.

Begitu pula dengan sampel benda uji balok mengalami kenaikan berat volume tertinggi yaitu pada penamban serat baja *steel fiber (dramix)* 30% yaitu 3317,037 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga dari data di atas dapat ditarik garfik sebagai berikut ini.



Gambar 2. Grafik berat volume benda uji balok.

di mana:

- 1 : Normal
- 2 : Wiremesh
- 3 : Steel Fiber (*Dramix*) 10%
- 4 : Steel Fiber (*Dramix*) 15%

5 : *Steel Fiber (Dramix) 20%*

6 : *Steel Fiber (Dramix) 30%*

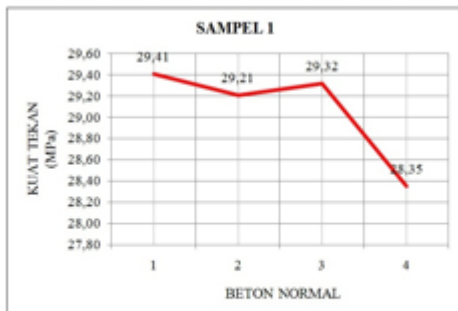
C. Pengujian Kuat Tekan

Tabel 8 Rekapitulasi hasil kuat tekan.

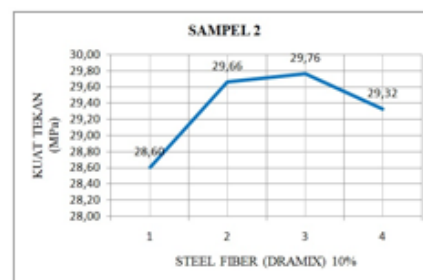
No.	<i>Dramix Steel Fiber</i>	Berat Sampel (kg)	Beban P (kN)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
1	0 %	12,74	519,40	29,41	29,07
2		12,69	515,90	29,21	
3		12,74	517,90	29,32	
4		12,69	500,80	28,35	
1	10 %	12,74	517,90	28,60	29,34
2		12,69	523,80	29,66	
3		12,69	525,60	29,76	
4		12,69	505,20	29,32	
1	15 %	12,73	522,50	28,61	29,38
2		12,69	523,50	29,64	
3		12,69	524,50	29,70	
4		12,74	505,30	29,58	
1	20 %	12,74	518,50	29,36	29,41
2		12,69	520,30	29,46	
3		12,74	518,50	29,36	
4		12,74	519,90	29,44	
1	30 %	12,79	522,20	29,56	29,58
2		12,74	519,40	29,40	
3		12,69	522,10	29,55	
4		12,74	526,50	29,80	

Sumber: Data diolah.

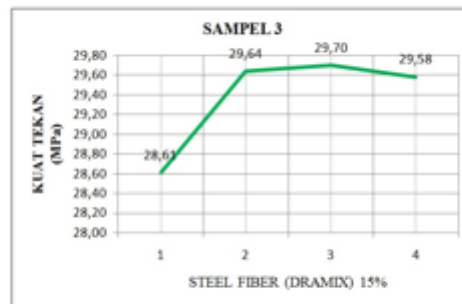
Hasil kuat tekan pada tabel rekapitulasi di atas disajikan dalam bentuk gambar grafik pada masing-masing hasil kuat tekan berdasarkan kadar serat baja *steel fiber (dramix)* seperti grafik pada gambar di bawah ini.



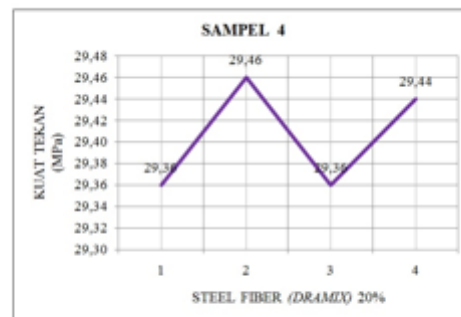
Gambar 3. Rekapitulasi hasil kuat tekan beton normal.



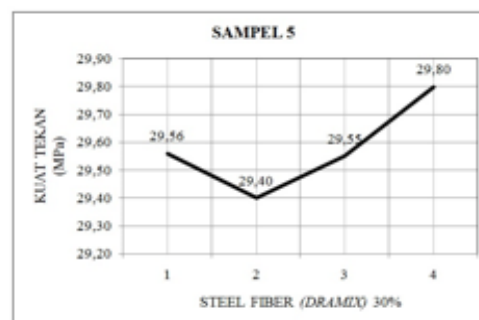
Gambar 4. Rekapitulasi hasil kuat tekan serat baja *steel fiber (dramix)* 10%.



Gambar 5. Rekapitulasi hasil kuat tekan serat baja *steel fiber (dramix)* 15%.

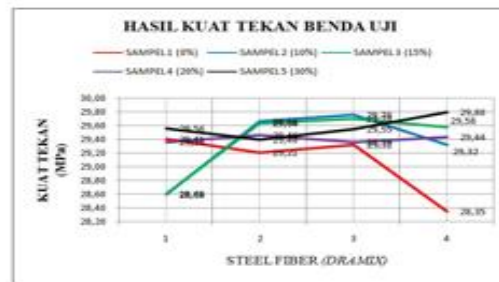


Gambar 6. Rekapitulasi hasil kuat tekan serat baja *steel fiber (dramix)* 20%.

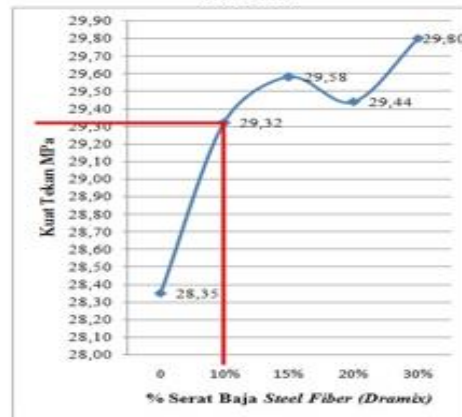


Gambar 7. Rekapitulasi hasil kuat tekan serat baja *steel fiber (dramix)* 30%.





Gambar 8. Rekapitulasi hasil kuat tekan benda uji silinder.



Gambar 9. Grafik titik optimum dan ekonomis kuat tekan dengan penambahan serat baja steel fiber (dramix).

Berdasarkan hasil dari sampel 1, sampel 2, sampel 3, sampel 4, dan sampel 5 di atas, dapat diketahui perbandingan kekuatan beton menurut kadar serat baja steel fiber (dramix) yang digunakan dan disajikan dalam gambar grafik 8. Berdasarkan grafik data bisa diketahui perbandingan kuat tekan beton sesuai dengan kandungan serat baja steel fiber (dramix). Kuat tekan yang paling tinggi yaitu pada sampel 5 benda uji no 5 kandungan serat baja steel fiber (dramix) 30%. Dari hasil kuat tekan yang diperoleh dari pengujian semua benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan serat baja steel fiber (dramix) yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar  $f_c'$  29,05Mpa.

Berdasarkan grafik pada Gambar 9, untuk penambahan serat baja steel fiber (dramix) yang paling rendah yaitu 10% dapat mencapai kuat tekan sebesar  $f_c'$  29.32MPa. Semakin banyak penambahan serat baja steel fiber (dramix) pada campuran beton semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton yang dihasilkan berdasarkan grafik di samping.



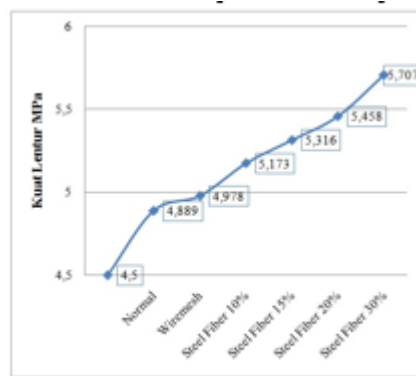
#### D. Pengujian Kuat Lentur

Tabel 9 Rekapitulasi hasil kuat lentur beton.

No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Ukuran Rata-Rata			Beban P (Mpa)	Kuat lentur 28 hari (MPa)
			Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Panjang (mm)		
1	Normal	44.46	150.00	150.00	600.00	27,50	4,889
2	Wiremesh	44.54	150.00	150.00	600.00	28,00	4,978
3	Dramix 10%	44.52	150.00	150.00	600.00	29,10	5,173
4	Dramix 15%	44.59	150.00	150.00	600.00	29,90	5,316
5	Dramix 20%	44.66	150.00	150.00	600.00	30,70	5,458
6	Dramix 30%	44.78	150.00	150.00	600.00	32,10	5,707

Sumber: Data diolah.

Hasil kuat lentur beton pada tabel rekapitulasi di atas disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik hasil uji lentur beton.

Setelah selesai melakukan uji kuat lentur beton, dapat dihasilkan bahwa beton yang mengandung campuran serat baja *steel fiber (dramix)* nilai kuat lenturnya lebih besar daripada sampel beton yang mengandung campuran *wiremesh m8* maupun beton normal.

#### E. Hasil Analisis Perhitungan Biaya

Berdasarkan tabel 10 dapat diambil kesimpulan bahwa pada pekerjaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan menggunakan serat baja *steel fiber (dramix)* lebih murah dari pada menggunakan baja tulangan *Wiremesh m8*. Perhitungan kebutuhan *wiremesh* dan baja tulangan pada pekerjaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dapat dilihat dari tabel di bawah ini. Dengan asumsi perhitungan 1 m<sup>3</sup> beton.



Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya.

No.	URAIAN	PERHITUNGAN			KUANITITAS	SAT.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)	
		p	l	t					
A	SERAT BAJA	5.00	x	3.00	x	0.20	3.00 m3	Rp 1,798,089.00	Rp 5,394,267.00
	STEEL FIBER (DRAMIX)								
	1 Perkerasan Beton Semen								
	Dengan Serat Baja Steel Fiber								
	(Dramix)								
Jumlah Sub A									Rp 5,394,267.00
B	WIRESH M-8								
	1 Pekerjaan Beton Semen	5.00	x	3.00	x	0.20	3.00 m3	Rp 1,468,089.00	Rp 4,404,267.00
	2 Pembesian Deking						7.41 kg	Rp 17,758.00	Rp 131,580.78
	(dudukan) Wiresmesh								
	3 Wiresmesh						82.42 kg	Rp 22,800.00	Rp 1,879,170.00
	(M8 ukuran 5,4x2,1/15x1.5)								
Jumlah Sub B									Rp 6,415,029.78

Sumber: Data diolah.

Tabel 11 Rencana Anggaran Biaya 1m3 beton.

No.	URAIAN	KUANITITAS	SAT.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	SERAT BAJA	1.00	m3	Rp 1,798,089.00	Rp 1,798,089.00
	STEEL FIBER (DRAMIX)				
	1 Perkerasan Beton Semen				
	Dengan Serat Baja Steel Fiber				
	(Dramix)				
Jumlah Sub A					Rp 1,798,089.00
B	WIRESH M-8				
	1 Pekerjaan Beton Semen	1.00	m3	Rp 1,468,089.00	Rp 1,468,089.00
	2 Pembesian Deking	2.47	kg	Rp 17,758.00	Rp 43,662.26
	(dudukan) Wiresmesh				
	3 Wiresmesh M-8	27.47	kg	Rp 22,800.00	Rp 626,392.00
	(M8 ukuran 5,4x2,1/15x1.5)				
Jumlah Sub B					Rp 2,138,343.26

Sumber: Data diolah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Serat baja *steel fiber (dramix)* lebih murah dan ekonomis dari pada baja tulangan *wiresmesh* pada pekerjaan perkerasan kaku *rigid pavement*. Dalam satuan 1m3

beton dengan besi tulangan *wiremesh m8* menghasilkan biaya Rp. 2.138.343,26 sedangkan beton dengan penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* dengan kadar 10% menghasilkan biaya Rp. 1.798.089,00.

Sehingga terdapat penghematan biaya sebesar Rp. 340.254,26 dalam 1m<sup>3</sup>.

2. Penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* pada campuran beton mengalami penambahan kuat tekan pada saat umur 28 hari lebih besar daripada campuran beton normal dengan nilai kuat tekan sebesar  $fc' 29,07\text{MPa}$ , sedangkan untuk beton dengan penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* dengan kadar 10% mencapai  $fc' 29,34\text{MPa}$ , 15% mencapai  $fc' 29,38\text{Mpa}$ , 20% mencapai  $fc' 29,41\text{MPa}$ , dan 30% mencapai  $fc' 29,58\text{MPa}$ .  
Penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* pada kadar optimum 10% menghasilkan kuat tekan beton rata-rata  $fc' 29,34\text{MPa}$ .
3. Pada pengujian kuat lentur beton dengan besi tulangan *wiremesh m8*, hanya menghasilkan kuat lentur sebesar  $fc' 4,978\text{MPa}$ . Sedangkan untuk pengujian kuat lentur beton dengan penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* dengan kadar 10% mencapai  $fc' 5,173\text{Mpa}$ , 15% mencapai  $fc' 5,316\text{Mpa}$ , 20% mencapai  $fc' 5,458\text{Mpa}$ , dan 30% mencapai  $fc' 5,707\text{Mpa}$ .

## SARAN

Pada penelitian ini dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Pada saat pencampuran adonan beton, serat baja *steel fiber (dramix)* dicampurkan setelah dituangnya air.
2. Penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* sangat berpengaruh dengan kualitas beton yang akan digunakan.
3. Penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* sebatas pada beton mutu sedang.
4. Pada penelitian ini penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* digunakan pada lingkup pekerjaan perkerasan jalan, baik pada perkerasan kaku (*rigid pavement*) maupun pelebaran bahu jalan diperkeras.
5. Untuk penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* pada campuran beton digunakan pada sub pekerjaan lantai satu maupun lantai dua.
6. Perlu penelitian lebih lanjut tentang campuran beton dengan tambahan serat baja *steel fiber (dramix)* agar dapat digunakan pada ruang lingkup pekerjaan teknik sipil yang lebih luas.
7. Perlu penelitian lebih lanjut tentang dampak serat baja *steel fiber (dramix)* terhadap lingkungan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil.

## REFERENSI

- AASHTO (American Association of State Highway And Transportation Official).  
Manual Rural High Way Design.
- ACI Committee 544. 1988, Design Consideration For Steel Fiber Reinforced  
Concrete, Report: ACI 544.4R – 88.
- Adianto, Y. L. D., Joewono, T. B.2006, Penelitian Pendahuluan Hubungan  
Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal, March  
2006, Vol. 8. No. 1.
- Ariatama, A.2007, Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton  
Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat, Program Pasca Sarjana  
Universitas Diponegoro, Semarang.
- ASTM C-33. Standard Specification for Concrete Aggregates, United States.
- ASTM C-39. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete  
Specimens, United States.
- Azis, Abdul., Parung, Herman., Irmawaty, Rita. 2016, Studi Tarik Belah Beton Dengan  
Penambahan Dramix Steel Fiber, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://core.ac.uk/reader/77626320>
- Briggs, A., Bowen, D. H and Kollek, J.1974, Mechanical Properties and Durability of  
Carbon Fibre Reinforced Cement Composite, Proceeding of International  
Conference Carbon Fibres, The Plastic Institute, London.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2004, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor  
38 Tahun 2004 tentang JALAN, Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003, Perencanaan Perkerasan  
Jalan Beton semen, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Diklat Perkerasan Kaku. 2017, Konsep Dasar dan Konstruksi Perkerasan Kaku,  
Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan  
Pengembangan Infrastruktur Wilayah, Bandung.
- Dipohusodo, I.1993, Struktur Beton Bertulang, Departemen Pekerjaan Umum:  
Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta.
- Dirjend Cipta Karya DPU. 1971, Peraturan Beton Indonesia 1971(PBI 71).
- F, Affandi. 2003, Perencanaan perkerasan beton semen, Departemen Permukiman  
dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Gere, J.M., Timoshenko, S.P.1997, Mekanika Bahan, Erlangga, Jakarta.
- Hendarsin, Shirley L. 1987, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Politeknik Negeri  
Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Kader, I Made Suardana., Jaya, I Made. 2018, Modifikasi Beton Normal Sebagai Rigid  
Pavement Yang Memenuhi Syarat Kuat Lentur, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/view/1361>
- Leksono, B. T., Suhendro, B. dan Sulisty, P.1995, Pengaruh Fiber Bendrat Berkait  
Secara Parsial Pada Prilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang Dengan  
Model Skala Penuh, BPPS-UGM, 8(3B).
- Lirawati. 2018, Eksperimental Kuat Lentur Balok Bertulang dan Beton Bubuk  
Reaktif Berserat Bendrat, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://journal.unpak.ac.id/index.php/keteknikan/article/view/1689>

- Manu, A.I. 2007, Perkerasan kaku (rigid pavement), Perpustakaan Kementerian Pekerjaan Umum.
- Marvin, Tiffany. 2016, Pengaruh Penambahan Fiber Baja Seling Dengan Volume Fraction 0,4%, 0,6% dan 0,8% Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Lentur Pada Beton Mutu normal, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/402>
- Mulyono, T.2004, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- Musyaffa', Dwi Nur., As'ad, Sholihin., Wibowo. 2015, Pengaruh Dosis dan Aspek Rasio Serat Baja Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas pada Beton Normal dan Beton Mutu Tinggi, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://eprints.uns.ac.id/17306/>
- Nugraheni, Melly. 2017, Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Berkait (Hooked) Dengan Perilaku Beton Pada Beban Tekan Berulang, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<http://digilib.unila.ac.id/28914/3/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf>
- Pratiwi, Sustika., Prayuda, Hakas., Saleh, Fadillawaty. 2016, Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fiber Optic dan Pecahan Kaca, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/viewFile/2033/2299>
- Rohmad, Nur., Budi, Agus Setiya., Rismunasari, Endang. 2016, Kuat Lentur Balok Bertulang Bambu Ori Takikan Tipe U Dengan Jarak Takikan 10cm, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37052>
- Romadhon, Fajar. 2018, Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Plosoklaten - Gedangsewu Kabupaten Kediri, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<http://pdp-journal.hangtuah.ac.id/index.php/japk/article/view/62>
- Setiawan, W. 2013, Pengaruh Beban Fatik Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- SNI 03-1974-1990. 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- SNI 4431. 2011, Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Soedarsono, Untung, Joko. 1987, Konstruksi Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sudarmoko. 1989, Pengaruh Penambahan Fiber pada Keleccakan Adukan Beton, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Suhendro, B.2000, Beton Fiber Konsep, Aplikasi, dan Permasalahannya, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sunggono. 1995, Buku Teknik Sipil, Nova, Bandung.
- Soroushian, P., Bayasi, Z. 1987, Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of the International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan, USA.



- Soroushian, P., Bayasi, Z. 1991, *Fiber Type Effects on the Performance of Steel Fiber Reinforced Concrete*, Michigan State University, Michigan, USA.
- Suryawan, Ari. 2005, *Perkerasan Jalan Beton Semen (Rigid Pavement)*, Yogyakarta.
- Suryawan, Ari. 2009, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO, Beta Offset*, Yogyakarta.
- T. Gunawan., S. Margaret. 1996, *Konstruksi Beton II, Jilid 1*, Delta Teknik Group, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 2010, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Witjaksana, Budi. 2016, *Penambahan fibre steel pada campuran beton*, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/jhp17/article/view/934>
- Yusyaf, Fachrurrozi., Kurniawandy, Alex., Ermiyati. 2017, *Pengaruh Penambahan Serat Baja terhadap Sifat Mekanis Beton Normal*, Diakses pada 19 Maret 2020.  
<https://www.neliti.com/publications/200127/pengaruh-penambahan-steel-fibre-terhadap-sifat-mekanis-beton-normal>