

# Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang

Slamet Prayitno<sup>1)</sup>Supardi<sup>2)</sup>, Mohamad Fahrurrozi<sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>3)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: [fahrurrozi.m@gmail.com](mailto:fahrurrozi.m@gmail.com)

## Abstract

Concrete is very popular used in the structure of the building, because it is construction materials that had more advantages, including tractable and availability materials. An effort to improve the quality of concrete, then done research to invent, combine, and engineer a material. This research using concrete fibers with the added fiber bendrat and rice husk ash, so that concrete would be more capable to limit and prevent the further growth of a crack. And it made concrete fibers more ductile than ordinary concrete. Parameter that are reviewed compressive strength and shear strength. The method used is experiment method that held in UNS material laboratory. Cylindrical test specimen used diameter 15 cm height 30 cm for compressive strength testing, and 8 cm x 12 cm x 100 cm specimen for shear strength testing. Each objects test consists of 3 object for a variation of fibers bendrat addition levels. Percentage fibers bendrat which used are 0 %; 0.5 %; 1 %; 1.5 %; and 2 %. Compressive strength test using a CTM (Compression Testing Machine) and the shear strength test using a Loading Frame machine. Calculation analysis using program assistance microsoft excel. From the results of analysis obtained increasing in value of Compressive Strength, according to polynomial chart can be concluded that, there is an increase of Compressive Strength concrete with fiber bendrat addition, to reach optimum at the bendrat level 0.99% in the amount 24.77 MPa, The deflection optimum, according to polynomial chart at concrete beam with bendrat level 0.85% (SB-1%) in the amount 2.17 mm, the compression at first crack bendrat level on 1.19% (SB-1%) in the amount 4,88 mm for maximum the compression, the amount of optimum shear strength fiber bendrat addition and rice husk ash is at the level 0.98% (SB-1%) in the amount 23.16 kN.

**Keywords:** *Fibers Bendrat, Ashes Rice Husk, Compressive Strength, Shear Strength.*

## Abstrak

Beton sangat populer digunakan dalam struktur bangunan, karena merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan, diantaranya mudah dikerjakan dan ketersediaan material. Sebagai upaya meningkatkan kualitas beton, maka dilakukan penelitian untuk menemukan, menggabungkan, dan merekayasa suatu material. Penelitian ini menggunakan beton serat dengan bahan tambah serat bendrat dan abu sekam padi, sehingga beton akan lebih mampu membatasi dan mencegah berkembangnya retak yang lebih besar, serta menjadikan beton serat lebih daktil daripada beton biasa. Parameter yang ditinjau dari kuat tekan dan kuat geser. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium Bahan UNS. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, 8 cm x 12 cm x 100 cm untuk pengujian kuat geser. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah untuk 1 variasi kadar penambahan serat bendrat. Persentase serat bendrat yang digunakan adalah 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Pengujian menggunakan alat CTM (Compression Testing Machine) untuk kuat tekan dan Loading Frame untuk kuat geser. Hitungan analisis menggunakan bantuan program Microsoft Excel. Dari analisis hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai kuat tekan beton, menurut grafik polinomial dapat disimpulkan bahwa, ada kenaikan nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat bendrat, hingga mencapai optimum yaitu pada kadar bendrat 0,99% sebesar 24,77 MPa. Dengan defleksi optimum, menurut grafik polinomial pada balok beton dengan kadar serat bendrat 0,85% (SB-1%) sebesar 2,17 mm, untuk pembebanan saat retak pertama dan kadar serat bendrat 1,19% (SB-1%) sebesar 4,88 mm untuk beban maksimum. Nilai kuat geser kadar optimum penambahan serat bendrat dan abu sekam padi adalah pada kadar 0,98% (SB-1%) sebesar 23,16 kN.

**Kata Kunci:** *Beton Serat, Abu Sekam Padi, Kuat Tekan, Kuat Geser*

## PENDAHULUAN

Salah satu struktur konstruksi yang masih banyak dipakai untuk konstruksi bangunagedung, struktur pondasi, perkerasan jalan dan jembatan adalah beton. Dalam metode *The British Mix Design* kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton normal dapat dipilih untuk umur 28 hari. Untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dan hasil pengujian dilapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang disyaratkan. Beton mutu normal diperoleh dengan menambahkan serat bendrat dan abu sekam padi ke dalam adukan beton segar yang diharapkan ketika beton telah mengeras serat-serat dan abu sekam padi akan memberikan kontribusi perbaikan sifat-sifat beton.

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat atau kekuatan beton (Tjokrodinuljo1992). Serat bendrat dan abu sekam padi melandasi pemikiran bagaimana aplikasi yang praktis dan ekonomis, karena serat bendrat sangat mudah didapatkan, sedangkan abu sekam padi merupakan hasil limbah dan mudah didapat di Indonesia. Salah satu ide yang ingin dikembangkan dalam penelitian ini adalah bagaimana kontribusi serat bendrat dan abu sekam padi dalam material beton metode *The British Mix Design*.

## Beton

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan bangunan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan (Tjokrodinulyo, 1996).

## Beton Serat

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat adalah memberi tulangan pada beton yang disebar merata kedalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Soroshian dan Bayasi, 1987)

## Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodinuljo, 1996).

## Pengujian

### Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodinulyo, 1996). Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

dengan :

$f_c$ : Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

P: beban maksimum (N)

A: Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

### Kuat Geser

Kuat geser balok beton adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya-gaya lateral. Menurut Wang dan Salmon (1991), Kekuatan geser beton sesuai dengan SNI.03-2847 tahun 2013  $V_n$  merupakan kuat geser nominal yang dihitung dari persamaan berikut:

$$V_n = V_c + V_s$$

Dengan  $V_c$  = kekuatan geser nominal yang diberikan oleh beton.

$V_s$  = kekuatan geser nominal yang diberikan oleh tulangan badan.

1. Analisis kekuatan geser nominal yang diberikan oleh beton (SNI)

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

dimana :

$f_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

b = Lebar balok (mm)

d = Tinggi efektif balok (mm)

2. Analisis kekuatan geser nominal yang diberikan oleh beton dengan hitungan lebih rinci (SNI)

$$V_c = (0,16 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_u}) \cdot b_w \cdot d$$

dimana :

- $f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)
- $\rho_w$  = Rasio As terhadap  $b_w \cdot d$
- $V_u$  = Gaya geser terfaktor pada penampang
- $M_u$  = Momen terfaktor pada penampang
- $b$  = Lebar balok (mm)
- $d$  = Tinggi efektif balok (mm)

### 3. Analisis kekuatan geser nominal yang diberikan oleh tulangan (SNI)

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

dimana :

- $A_v$  = Luas tulangan (mm<sup>2</sup>)
- $f_y$  = Kekuatan leleh tulangan (MPa)
- $d$  = Tinggi efektif balok (mm)
- $s$  = Spasi antar tulangan (mm)

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Tahap awal, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji beton mutu normal metode *British Mix Design*. Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Benda uji akan diuji dengan uji kuat tekan dan kuat geser. Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk silinder yang berukuran 15 cm x 30 cm dan untuk uji kuat geser menggunakan balok 8 cm x 12 cm x 100 cm, dengan masing-masing variasi kadar serat bendrat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% berjumlah 3 benda uji per persentase serat bendrat. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari, dengan menggunakan alat-uji tekan dan kuat geser yang ada di laboratorium, kemudian data hasil pengujian dianalisis statistik menggunakan program *Microsoft Excel*. Data hasil pengujian tersebut nantinya dapat diambil kesimpulan seberapa besar pengaruh penambahan serat bendrat dan abu sekam padi pada beton mutu normal terhadap kuat tekan dan kuat geser balok beton bertulang dengan metode *British Mix Design*.

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan

No	Kadar Serat Bendrat	Kadar Abu Sekam Padi	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	0	N-0	3
2	0%	10%	S-0	3
3	0,5 %	10%	SB-0,5	3
4	1 %	10%	SB-1	3
5	1,5 %	10%	SB-1,5	3
6	2 %	10%	SB-2	3

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Lentur

No	Kadar Serat Bendrat	Kadar Abu Sekam Padi	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	0	N-0	3
2	0%	10%	S-0	3
3	0,5 %	10%	SB-0,5	3
4	1 %	10%	SB-1	3
5	1,5 %	10%	SB-1,5	3
6	2 %	10%	SB-2	3

Keterangan :

N : Beton Normal

S : Beton Sekam

SB : Beton Sekam Bendrat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Agregat

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	3%	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,4 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,55 gr/cm <sup>3</sup>	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,57 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	0,4%	-	-
7	Modulus Halus	2,42	2,3-3,1	Memenuhi syarat

Sumber : \*) SNI 03 – 1969 – 1990 dan SNI 03 – 2417 – 1991

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Modulus Halus Butir	6,18	5 - 8	Memenuhi syarat
2	Bulk Specific Gravity	2,57	-	-
3	Bulk Specific Gravity SSD	2,61	-	-
4	Apparent Specific Gravity	2,68	-	-
5	Absorbtion	1,63%	-	-
6	Abrasi	38,67%	50 %	Memenuhi syarat

### Hasil Perhitungan Rancang Campur Adukan Beton Metode British Mix Design.

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode *British Mix Design*. Dari perhitungan didapat kebutuhan bahan per 1 m<sup>3</sup> yaitu :

- a. Pasir = 738,70 kg
- b. Agregat Kasar = 979,21 kg
- c. Semen = 427,08 kg
- d. Air = 205,00 liter

Kebutuhan bahan untuk tiap benda uji silinder yaitu :

- a. Pasir = 4,31 kg
- b. Agregat Kasar = 5,71 kg
- c. Semen = 2,49 kg
- d. Air = 1,19 liter
- e. Abu sekam padi 10 % = 0,25 kg
- f. Serat Bendrat 0,5 % = 0,0568 kg
- g. Serat Bendrat 1% = 0,1136 kg
- h. Serat Bendrat 1,5% = 0,1704 kg
- i. Serat Bendrat 2% = 0,2273 kg

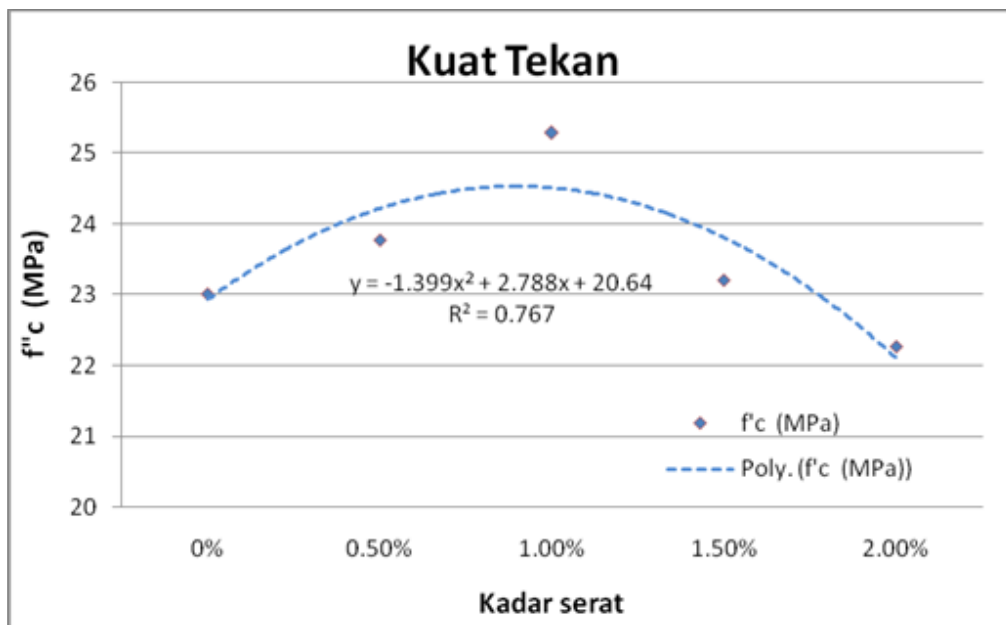
Kebutuhan bahan untuk tiap benda uji balok yaitu :

- a. Pasir = 8,52921 kg
- b. Agregat Kasar = 11,3895 kg
- c. Semen = 4,5745 kg
- d. Air = 2,5160 liter
- e. Abu sekam padi 10 % = 0,4574 kg
- f. Serat Bendrat 0,5% = 0,1228 kg
- g. Serat Bendrat 1% = 0,2456 kg
- h. Serat Bendrat 1,5% = 0,3683 kg
- i. Serat Bendrat 2% = 0,4911 kg

### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

NO	KADAR SERAT BENDRAT	KADAR ABU SEKAM PADI	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	A (mm <sup>2</sup> )	P maks (N)	f <sup>'</sup> c (MPa)
1	0%	0%	N	1	17662.50	370000	20.95
				2	17662.50	365000	20.67
				3	17662.50	365000	20.67
				Rerata		<b>366667</b>	<b>20.76</b>
2	0%	10%	S	1	17662.50	395000	22.36
				2	17662.50	415000	23.50
				3	17662.50	410000	23.21
				Rerata		<b>406667</b>	<b>23.02</b>
3	0,5%	10%	SB	1	17662.50	400000	22.65
				2	17662.50	380000	21.51
				3	17662.50	480000	27.18
				Rerata		<b>420000</b>	<b>23.78</b>
4	1%	10%	SB	1	17662.50	445000	25.19
				2	17662.50	455000	25.76
				3	17662.50	440000	24.91
				Rerata		<b>446667</b>	<b>25.29</b>
5	1,5%	10%	SB	1	17662.50	390000	22.08
				2	17662.50	380000	21.51
				3	17662.50	460000	26.04
				Rerata		<b>410000</b>	<b>23.21</b>
6	2%	10%	SB	1	17662.50	375000	21.23
				2	17662.50	420000	23.50
				3	17662.50	390000	22.08
				Rerata		<b>395000</b>	<b>22.27</b>



Gambar 1. Grafik Fungsi Polinomial Kuat Tekan

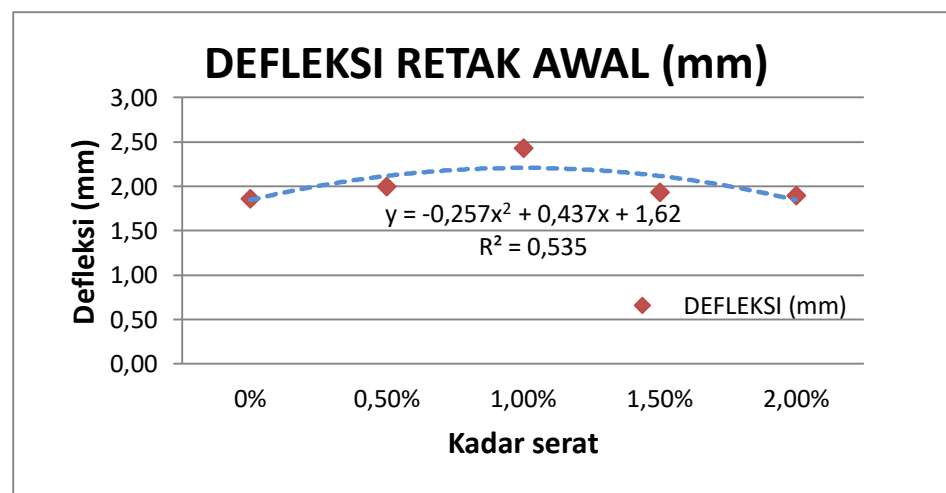
Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan, didapat kuat tekan dengan variasi kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari secara berturut-turut adalah 20,760 MPa; 23,020 MPa; 23,780 MPa; 25,290 MPa; 23,210 Mpa dan 22,270 MPa. Kuat tekan maksimum beton mutu normal metode *British* ini adalah dengan kadar serat bendrat sebesar 1% yang menghasilkan kuat tekan sebesar 25,290 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 17,912%

dibandingkan dengan beton normal. Berdasarkan grafik fungsi polinomial, kadar serat bendrat optimum terjadi pada 0,99% dengan nilai kuat tekan sebesar 24,77 MPa.

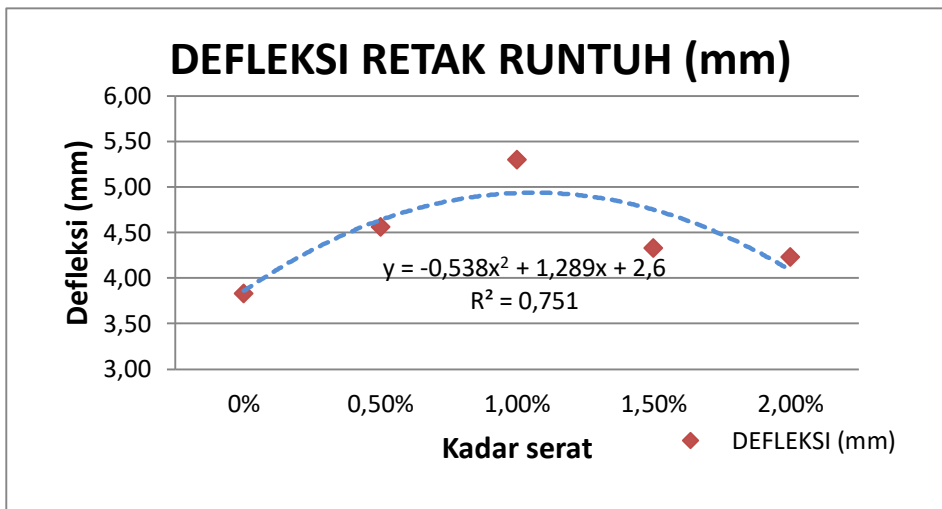
### Hasil Pengujian Kuat Geser

Tabel 6. Defleksi Yang Terjadi Pada Pengujian Kuat Geser

No	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Pembacaan Dial (mm)		Beban (kg)	
			Retak Awal	Retak Runtuh	Retak Awal	Retak Runtuh
1	N	1	1,5	3,6	1500	3900
		2	1,8	3,3	1750	3800
		3	2	3,6	2500	4000
		<b>Rerata</b>	<b>1,77</b>	<b>3,5</b>	<b>1916,67</b>	<b>3900</b>
2	S	1	2	3,8	1750	4100
		2	1,3	3,6	2000	4000
		3	2,3	4,1	2250	4300
		<b>Rerata</b>	<b>1,87</b>	<b>3,83</b>	<b>2000</b>	<b>4133,33</b>
3	SB 0,50%	1	2	4,6	2250	4500
		2	2	4,8	2500	4650
		3	2	4,3	2250	4600
		<b>Rerata</b>	<b>2</b>	<b>4,57</b>	<b>2333,33</b>	<b>4583,33</b>
4	SB 1,00%	1	2,5	5,8	2500	4800
		2	2,5	4,8	2750	4700
		3	2,3	5,3	2500	4850
		<b>Rerata</b>	<b>2,43</b>	<b>5,3</b>	<b>2583,33</b>	<b>4783,33</b>
5	SB 1,50%	1	1,8	4,3	2000	4300
		2	2	4,6	2500	4500
		3	2	4,1	2250	4200
		<b>Rerata</b>	<b>1,93</b>	<b>4,33</b>	<b>2250</b>	<b>4333,33</b>
6	SB 2,00%	1	1,8	3,8	2000	4200
		2	1,6	4,6	2000	4100
		3	2,3	4,3	2500	4300
		<b>Rerata</b>	<b>1,9</b>	<b>4,23</b>	<b>2166,67</b>	<b>4200</b>



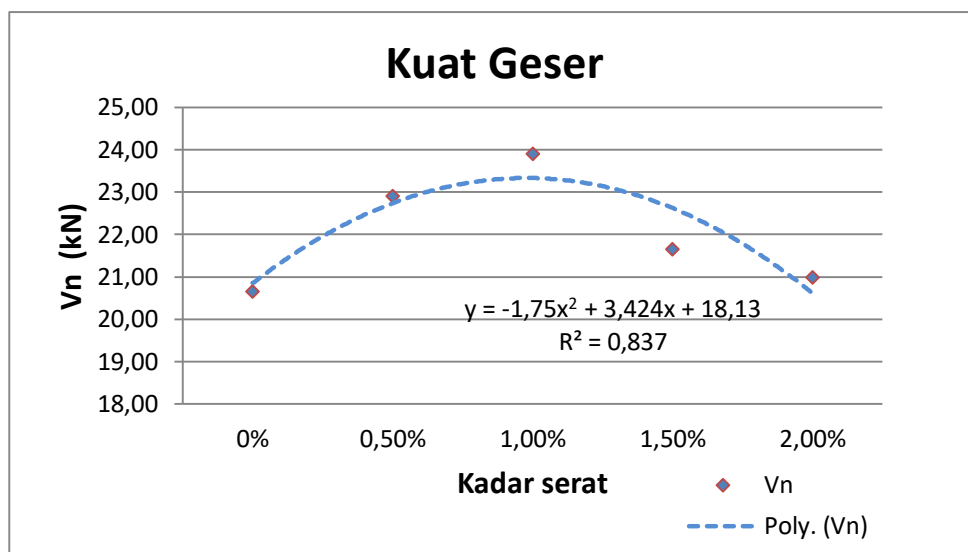
Gambar 2. Grafik Fungsi Polynomial Defleksi Retak Awal



Gambar 3. Grafik Fungsi Polynomial Defleksi Retak Runtuh

Tabel 7. Hasil Perhitungan Perbandingan Kuat Geser Pengujian Dengan Kuat Geser Analisis

No	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Beban (kg)		Kuat Geser (kN)	
			Retak Awal	Retak Runtuh	V <sub>n</sub> uji	V <sub>n</sub> analisis
1	N	1	1500	3900	19,5	6,425
		2	1750	3800	19	6,425
		3	2500	4000	20	6,424
		<b>Rerata</b>	<b>1916,67</b>	<b>3900</b>	<b>19,5</b>	<b>6,425</b>
2	S	1	1750	4100	20,5	6,695
		2	2000	4000	20	6,695
		3	2250	4300	21,5	6,695
		<b>Rerata</b>	<b>2000</b>	<b>4133,33</b>	<b>20,67</b>	<b>6,695</b>
3	SB 0,50%	1	2250	4500	22,5	6,783
		2	2500	4650	23,25	6,783
		3	2250	4600	23	6,783
		<b>Rerata</b>	<b>2333,33</b>	<b>4583,33</b>	<b>22,92</b>	<b>6,783</b>
4	SB 1,00%	1	2500	4800	24	6,953
		2	2750	4700	23,5	6,953
		3	2500	4850	24,25	6,953
		<b>Rerata</b>	<b>2583,33</b>	<b>4783,33</b>	<b>23,92</b>	<b>6,953</b>
5	SB 1,50%	1	2000	4300	21,5	6,717
		2	2500	4500	22,5	6,717
		3	2250	4200	21	6,717
		<b>Rerata</b>	<b>2250</b>	<b>4333,33</b>	<b>21,67</b>	<b>6,717</b>
6	SB 2,00%	1	2000	4200	21	6,607
		2	2000	4100	20,5	6,607
		3	2500	4300	21,5	6,607



Gambar 4. Grafik Fungsi Polinomial Kuat Geser

Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat geser dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% berturut-turut adalah 20,67 kN; 22,92 kN; 23,92 kN; 21,67 kN; dan 21 kN. Kuat geser maksimum adalah pada beton dengan kadar penambahan serat bendrat sebesar 1% dengan menghasilkan kuat geser sebesar 23,92 KN. Berdasarkan grafik fungsi polinomial, kuat geser optimum terjadi pada kadar serat 0,98 % dengan nilai sebesar 23,16 kN.

Kenaikan nilai kuat geser tersebut antara lain disebabkan adanya kontribusi dari serat bendrat dan abu sekam padi terhadap adukan beton yang semakin padat. Serat bendrat yang ditambahkan masih dapat menyebar secara random dimana serat bendrat seolah-olah berfungsi sebagai tulangan. Serat bendrat juga mampu terikat kuat dengan adukan beton yang menyebabkan terbentuknya suatu massa yang kompak dan padat sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa simpulan yaitu :

- 1) Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton mutu normal, menurut grafik polinomial dapat disimpulkan bahwa ada kenaikan nilai kuat tekan beton dengan penambahan serat bendrat, hingga mencapai optimum yaitu pada kadar bendrat 0,99% sebesar 24,77 MPa setelah itu mengalami penurunan.
- 2) Berdasarkan hasil pengujian kuat geser, diperoleh *defleksi* optimum, menurut grafik polinomial pada balok beton dengan kadar serat bendrat 0,85% (SB-1%) sebesar 2,17 mm, untuk pembebanan saat retak pertama dan kadar serat bendrat kadar serat bendrat 1,19% (SB-1%) sebesar 4,88 mm untuk beban maksimum.
- 3) Berdasarkan hasil pengujian kuat geser diperoleh kesimpulan kuat geser optimum menurut grafik polinomial pada balok beton dengan kadar serat bendrat 0,98% (SB-1%) sebesar 23,16 kN, lebih besar dari hasil kuat geser analisa sebesar 6,953 kN.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Slamet Prayitno, M.T. dan Ir. Supardi, M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.



## REFERENSI

- Antoni dan Paul Nugraha, (2007). *Teknologi beton*. Yogyakarta : Andi
- As'ad, S. 2008. *Teknologi Beton Serat*, dalam buku: Potret Hasil Karya Iptek, 32 Tahun UNS Mengabdikan Bangsa, ISBN 979-498-401-9, UNS Press.
- ASTM C 33-74a. American Society For Testing and Materials. 1918. *Concrete and Material Aggregates (including Manual of Aggregates and Concrete Testing)*. Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Balaguru, P.N., Shah, S.P. (1992). *Fiber Reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Dipohusodo, Himawan. 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1995, *Teknologi Beton*, Gajah Mada Press Yogyakarta.
- Mulyono, T, 2003, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta.
- Neville, A.M., and J.J. Brook. 1987. *Concrete Technology*. New York: Longman Scientific & Technical.
- PBI 1971 *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia
- Pratama, Vian Dhalik, 2007. *Tinjauan Kuat Desak dan Modulus elastis beton ringan ALWA tanpa pasir berserat bendrat*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNS Surakarta.
- Putra, Dharma, 2016, *Penambahan abu sekam pada beton dalam mengantisipasi kerusakan akibat magnesium sulfat pada air laut*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar.
- Raharja, Sri, 2013. *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*. Solo: Fakultas Teknik UNS.
- Spiegel, Leonard, George F. Limbrunner, 1991, *Desain Beton Struktural Terapan*, Bandung: Eresco.
- Soroushian and Bayasi, Z. 1987. *Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete*. Michigan: Michigan State University.
- SNI 03-2847-2013, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta.
- Suhendro, B, 1991. *Pengaruh Fiber Kawat pada sifat-sifat beton dan beton bertulang*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Wang, C.K, Salmon C.G. 1990. *Desain Beton Bertulang*, Edisi ke-4, Jilid 1 Erlangga, Jakarta