

# Pengaruh Penambahan Serat Bendorat dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas

Slamet Prayitno<sup>1)</sup> Sunarmasto<sup>2)</sup>, Taufik Eko Susanto<sup>3)</sup>

<sup>3)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: [kirataufik@yahoo.co.id](mailto:kirataufik@yahoo.co.id)

## Abstract.

*Fibers reinforced concrete is defined as concrete made from a mixture of cement, aggregates, water, and a number of randomly distributed fibers. The principle of the addition of fibers spread evenly into the concrete with a random orientation to prevent premature cracking of concrete in the area of the attraction due to heat of hydration or due to loading. Materials added rice husk ash is expected to add to the quality of the concrete, as is rice husk ash as pozzolan. This study aimed to compare the normal concrete with concrete steel fiber and rice husk ash in terms of compressive strength, split tensile, and modulus of elasticity.*

*This study used an experimental method with 54 tested objects. The test object consists of a normal concrete without the added material, concrete added rice husk ash and concrete added steel fiber and rice husk ash with steel fiber variation of 0,5 % , 1 % , 1,5 % and 2 % .The tested objects used are concrete cylinders with diameter of 15 cm and a height of 30 cm for testing compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity.*

*Results from this study showed that the addition of steel fiber content of 0.89 % - 0.98% give the maximum value of compressive strength , split tensile strength, and modulus of elasticity. Each of: 25.29 MPa ; 2.41 MPa ; 27968.973 MPa.. While the addition of steel fiber above 1 % not showed significant increase in the value tends to decrease .*

**Keywords:** Fiber Reinforced Concrete, Rice Husk ash, Compressive Strength, Split Tensile Strength, And Modulus Of Elasticity

## Abstrak

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air, dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat yang disebar merata kedalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Bahan tambah abu sekam padi diharapkan dapat menambah mutu beton, karena abu sekam padi bersifat seperti pozzolan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan beton normal dengan beton berserat bendorat dan abu sekam padi ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 54 buah. Benda uji terdiri dari beton normal tanpa bahan tambah, beton bahan tambah abu sekam padi serta beton bahan tambah serat bendorat dan abu sekam padi dengan variasi serat bendorat 0,5%, 1%, 1,5% dan 2. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar serat bendorat dari 0,89% - 0,98% memberikan nilai maksimal dari kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas, masing-masing sebesar: 25.29 MPa; 2.41 MPa; 27968.73 MPa. Penambahan kadar serat bendorat diatas 1% tidak menunjukkan kenaikan nilai yang signifikan bahkan cenderung menurun.

Kata Kunci: Beton Serat, Abu Sekam Padi, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas

## PENDAHULUAN

Salah satu struktur konstruksi yang masih banyak dipakai untuk konstruksi bangunan gedung, 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 bendorat 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.

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam beberapa tahun terakhir ini, beton serat makin banyak diminati, dan saat ini ada banyak penelitian tentang beton serat yang sedang dilakukan. Bahan serat yang digunakan dari baja, plastik, kaca, dan lain-lain. Berbagai eksperimen telah menunjukkan bahwa penambahan serat seperti ini dalam jumlah yang memadai ke dalam beton konvensional dapat meningkatkan kuat tarik beton secara signifikan (Sudarmoko, 1993).

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 (Tjokrodimulyo, 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 (Soroushian 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 (Tjokrodimulyo, 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 (Tjokrodimulyo, 1996). Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan :

$$f_c = \frac{P}{A} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \quad (1)$$

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 ( $mm^2$ )

#### Kuat Tarik Belah

Kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat tekannya pada umur masih muda dan berkisar seperduapuluh pada umur sesudahnya. Nilai kuat tekan dan tarik bahan beton tidak berbanding lurus. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan 0.50 - 0.60 kali  $\sqrt{f_c}$ , sehingga untuk beton normal digunakan nilai 0,57  $\sqrt{f_c}$ . Cara yang digunakan untuk mengukur kuat tarik beton adalah dengan pengujian kuat tarik belah sesuai SK SNI M-60-1990-03 (SNI 03-2492-1991). Spesimen yang digunakan adalah silinder dan ditekan oleh dua plat paralel pada arah diameternya.

$f_{ct} = \frac{P}{L \cdot D}$

dengan pengertian :

$f_{ct}$  = Kuat tarik-belah, dalam MPa

P = beban uji maksimum (N)

L = panjang benda uji dalam mm

D = diameter benda uji dalam mm

## Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas atau modulus Young merupakan hubungan linier antara tegangan dan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan. Semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi pada suatu tingkat pembebanan tertentu, atau dapat dikatakan material tersebut semakin kaku (stiff). Modulus elastisitas ditentukan berdasarkan rekomendasi ASTM C-459, yaitu Modulus Chord. Adapun modulus

elastisitas chord ( $E_c$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris dari ASTM C-459 sebagai berikut:

Modulus elastisitas chord ( $E_c$ )

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005}$$

Dengan :

S2 = tegangan sebesar 0,4  $f_c$

S1 = tegangan yang bersesuaian dengan regangan arah longitudinal sebesar 0,00005

$\epsilon_2$  = regangan longitudinal akibat tegangan S2

Dengan rumus menghitung regangan ( $\epsilon$ ) yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dengan :

$\Delta L$  = penurunan arah longitudinal

$L$  = tinggi beton relatif (jarak antara dua strain gauge) (mm).

## METODELOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri 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 lentur. Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk silinder yang berukuran 15 cm x 30 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 akan dilakukan setelah beton berumur 28 hari, dengan menggunakan alat-uji tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas 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 penggantian sebagian semen dengan serat bendrat dan penambahan abu sekam padi pada beton mutu normal terhadap kuat tekan dan kuat lentur 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	BN-0	3
2	0%	10%	BS-0	3
3	0,5 %	10%	BS-0,5	3
4	1 %	10%	BS-1	3
5	1,5 %	10%	BS-1,5	3
6	2 %	10%	BS-2	3

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tarik belah

No	Kadar Serat Bendrat	Kadar Abu Sekam Padi	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	0	BN-0	3
2	0%	10%	BS-0	3
3	0,5 %	10%	BS-0,5	3
4	1 %	10%	BS-1	3

5	1,5 %	10%	BS-1,5	3
6	2 %	10%	BS-2	3

Tabel 3. Jumlah dan Kode Benda Uji Modulus Elastisitas

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Agregat

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	2 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,44 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,54 gr/cm <sup>3</sup>	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,71 gr/cm <sup>3</sup>	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	4,17%	-	-
7	Modulus Halus	2,42	2,3-3,1	Memenuhi syarat

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

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Modulus Halus Butir	7,80	5 - 8	Memenuhi syarat
2	Bulk Specific Gravity	2,38	-	-
3	Bulk Specific Gravity SSD	2,53	-	-
4	Apparent Specific Gravity	2,78	-	-
5	Absorbtion	6,03%	-	-
6	Abrasi	44,32 %	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 :

- Pasir = 722,99 kg
- Agregat Kasar = 969,68 kg
- Semen = 409,17 kg
- Air = 122,75 liter

Kebutuhan bahan untuk tiap benda uji silinder yaitu :

- Pasir = 3,8329 kg
- Agregat Kasar = 5,1407 kg
- Semen = 2,1692 kg
- Air = 0,6507 kg
- Serat Bendrat 1% = 0,1179 gram

Kebutuhan bahan untuk tiap benda uji balok yaitu :

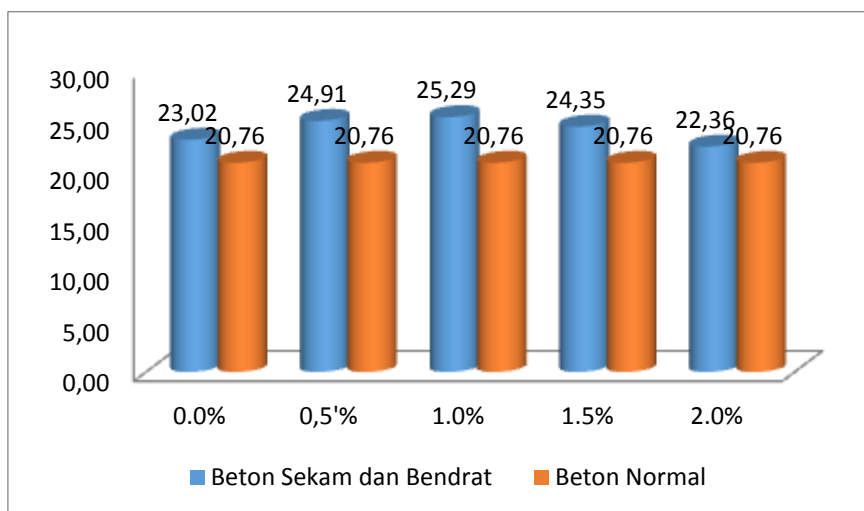
- Pasir = 6,9407 kg
- Agregat Kasar = 9,3089 kg
- Semen = 3,9280 kg
- Air = 1,1784 kg

e. Serat Bendrat 1% = 0,2135 Gram

**Hasil Pengujian Kuat Tekan**

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

NO	KADAR SERAT BENDRAT	KADAR ABU SEKAM PADI	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	LUAS PERM. (mm <sup>2</sup> )	UJI TEKAN (kN)	f <sub>c</sub> (MPa)
1	0%	0%	BN	1	17662.50	370000	20.95
				2	17662.50	365000	20.67
				3	17662.50	365000	20.67
				Rerata		366667	20.76
2	0 %	10%	BS	1	17662.50	395000	22.36
				2	17662.50	415000	23.50
				3	17662.50	410000	23.21
				Rerata		406667	23.02
3	0,5 %	10%	BS	1	17662.50	400000	22.65
				2	17662.50	440000	24.91
				3	17662.50	480000	27.18
				Rerata		440000	24.91
4	1 %	10%	BS	1	17662.50	445000	25.19
				2	17662.50	455000	25.76
				3	17662.50	440000	24.91
				Rerata		446667	25.29
5	1,5 %	10%	BS	1	17662.50	430000	24.35
				2	17662.50	400000	22.65
				3	17662.50	460000	26.04
				Rerata		430000	24.35
6	2 %	10%	BS	1	17662.50	375000	21.23
				2	17662.50	420000	23.78
				3	17662.50	390000	22.08
				Rerata		395000	22.36



Gambar 1. Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Persentase Serat Bendrat.

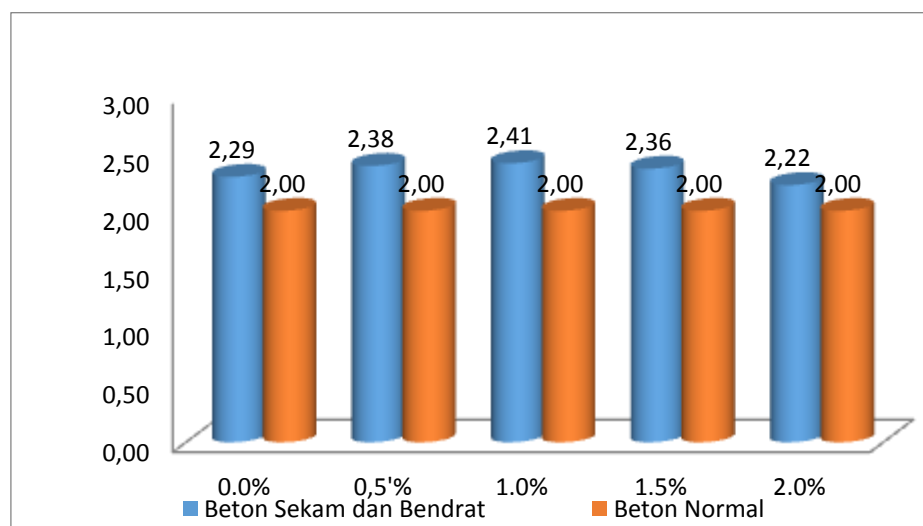
Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan beton normal yang diuji pada umur 28 hari adalah 20,76 MPa. Untuk kuat tekan beton dengan kadar abu sekam padi 10 % adalah 23,02 MPa, dan kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi 10 % dan serat bendrat 0,5%; 1%; 1,5% dan 2%, yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 23,02 MPa; 24,91 MPa; 25,29 MPa; 24,35 MPa dan 22,36 MPa. Kuat tekan maksimum adalah pada beton dengan kadar penambahan serat bendrat sebesar 1 %, dan abu sekam padi 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,29 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 21,82 % dibandingkan dengan beton

normal. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kuat tekan optimum terjadi pada kadar serat 0,927 % dengan nilai sebesar 25.29 MPa

### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel 6. Hasil Perhitungan kuat tarik

NO	KADAR SERAT BENDRA T	KADAR ABU SEKAM PADI	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	Ls (mm)	D (mm)	Pmaks (N)	ft (Mpa)
1	0%	0%	BN	1	300	150	140000	1.98
				2	300	150	143000	2.02
				3	300	150	140000	1.98
				Rerata			141000	2.00
2	0%	10%	BS	1	300	150	170000	2.41
				2	300	150	160000	2.26
				3	300	150	155000	2.19
				Rerata			161667	2.29
3	0,5%	10%	BS	1	300	150	155000	2.19
				2	300	150	170000	2.41
				3	300	150	180000	2.55
				Rerata			168333	2.38
4	1%	10%	BS	1	300	150	160000	2.26
				2	300	150	170000	2.41
				3	300	150	180000	2.55
				Rerata			170000	2.41
5	1,5%	10%	BS	1	300	150	170000	2.41
				2	300	150	165000	2.34
				3	300	150	165000	2.34
				Rerata			166667	2.36
6	2%	10%	BS	1	300	150	160000	2.26
				2	300	150	155000	2.19
				3	300	150	155000	2.19
				Rerata			156667	2.22



Gambar 2. Diagram Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan Persentase Serat Bendrat.

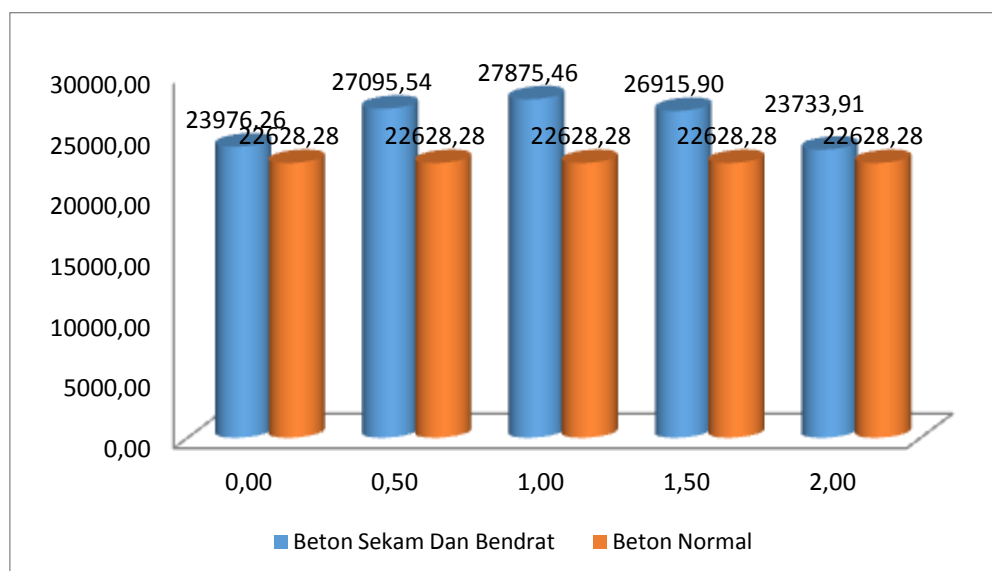
Berdasarkan pengujian kuat tarik belah rata-rata pada beton mutu normal metode british standart tanpa serat dan sekam sebesar 2,00 MPa, pada beton metode british standart berserat bendrat dengan persentase serat 0 % 0,5 %; 1 %; 1,5 %; dan 2 % sebesar 2.29 MPa; 2.38 MPa; 2.41 MPa; dan 2.36 Mpa; 2.22 MPa. Kuat tarik belah maksimum adalah pada beton mutu metode british standart dengan kadar penambahan serat sebesar 1 %,

menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2.41 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 20.57 % dibandingkan dengan beton beton mutu metode british standart tanpa serat

### Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Tabel 7. Hasil Perhitungan modulus elastisitas Beton

NO	KADAR SERAT BENDRAT	KADAR ABU SEKAM PADI	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	Ec Perhitungan (MPa)	Ec Rata rata (MPa)
1	0%	0%	BN 0%	1	24252.39	22628,28
				2	22023.01	
				3	21609.45	
2	0%	10%	BS 0%	1	25986.71	23976,26
				2	21689.69	
				3	24252.39	
3	0,5%	10%	BS 0,5%	1	24344.91	27095,54
				2	26891.21	
				3	30050.49	
4	1%	10%	BS 1%	1	29119.09	27875.46
				2	28159.48	
				3	26347.82	
5	1,5%	10%	BS 1,5%	1	26601.52	26915.90
				2	28159.48	
				3	25986.71	
6	2%	10%	BS 2%	1	24252.39	23733.91
				2	21609.45	
				3	25339.90	



Gambar 3. Diagram Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Persentase Serat Bendrat.

Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai modulus elastisitas dengan kadar serat bendrat sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% yang diuji pada umur 28 hari adalah 23976,26 MPa; 27095,54 MPa; 27875,46 MPa ; 26915,90 MPa dan 23733,91 MPa. Modulus elastisitas maksimum pada beton dengan kadar penambahan serat sebesar 1



%. Penambahan kadar serat sebesar 1 % menghasilkan nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan sebesar 23,19 % dibandingkan dengan beton tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, modulus elastisitas optimum terjadi pada kadar serat 0,983 % dengan nilai sebesar 27968.973 MPa.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

- a. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar serat bendrat dari 0,89% - 0,98% memberikan nilai maksimal dari kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas, masing-masing sebesar: 25,29 MPa; 2,41 MPa; 27968.973 MPa. Penambahan kadar serat bendrat diatas 1% tidak menunjukkan kenaikan nilai yang signifikan bahkan cenderung menurun.

## SARAN

Untuk menindaklanjuti penelitian ini, diperlukan beberapa koreksi yang harus diperhatikan agar dapat dijadikan sebagai pedoman dan acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya agar dapat lebih baik. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

- a) Diharapkan adanya penelitian lanjutan tentang topik ini, dengan mencoba mengganti serat jenis lain seperti tembaga, alumunium atau seng.
- b) Untuk penelitian lanjutan dilakukan pengujian pada variasi umur benda uji, pada 28 hari, 48 hari sampai 90 hari.
- c) Diharapkan adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan semen tipe PPC

## UCAPAN TERIMAKASIH

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

## REFERENSI

- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian Pengembangan P.U. Bandung.
- ASTM C 33-74a. *American Society For Testing and Materials. 1918. Concrete and Material Agregates (including Manual of Agregates and Consrete Testing)*. Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Balaguru, P.N., Shah, S.P. (1992). *Fiber Reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Bambang, Suhendro. 1991. *Pengaruh Fiber Kawat pada sifat-sifat beton dan beton bertulang*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- British Standard, 1986, *Precast Concrete Paving Blocks – Specification For Paving Blocks*
- Budyanto, Rahmat, 2015. *Pengaruh Penambahan Serat Tembaga Pada Beton Mutu Tinggi Metode Dreux Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Kardiyono, Tjokrodimuljo, 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.
- Murdock, L.J dan K.M Brook (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga. Jakarta.
- Neville, AM. 1999. *Properties of Concrete. Fourth and Final Edition. Pearson Education Limited. England*.
- Nawy, E. G.. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Paul, Nugraha. 2007. *Teknologi Beton*. Andi press. Yogyakarta.
- PBI 1971 *Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia*



- Sholihin, As'ad. 2008. *Teknologi Beton Serat*, dalam buku: Potret Hasil Karya Iptek, 32 Tahun UNS Mengabdikan Bangsa, ISBN 979-498-401-9, UNS Press. Surakarta
- SK SNI T-15-1990-03., "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*", Dep. PU, Bandung.
- Soroushian and Bayasi, Z. 1987. *Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete*. Michigan: Michigan State University.
- Sri, Raharja. 2013. *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*. Skripsi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.