

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BENDRAT, ABU SEKAM PADI DAN BESTMITTEL TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS

Slamet Prayitno¹⁾, Sugiyarto²⁾, Febryan Rochmadhona Nara Murti³⁾

^{1),2)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

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

Email: naramurti@gmail.com

Abstract

Reinforced concrete structure is a structure that is highly reliable and power is now widely used in the construction of tall buildings, towers, rigid pavement and water buildings. The structure thus requiring high strength concrete with compressive strength greater than 6000 psi or 41.4 MPa with components thus a need to increase the quality of concrete with steps to add steel fiber to the fresh concrete which aim to improve the compressive strength of concrete. Moreover with adding rice husk ash to keep the density of concrete and bestmittel to speed up hardening the concrete. The aims of this study to know the influence of adding steel fiber, rice husk ash and bestmittel to compressive strength, split tensile strength and modulus of elasticity of concrete. This research used experimental method that will be conducted in the Material Laboratory of UNS. The specimen is in form of cylinder with diameter of 15 cm and height of 30 cm for testing the compressive strength, split tensile strength and modulus of elasticity. Each specimen consist of 4 pieces for 1 variation of fiber additional rate. The used fiber percentage are 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; dan 2%. Tests performed on day 14 using a CTM (Compression Testing Machine). The used calculation is statistic analysis with linear regression on the elasticity limit of the concrete using Microsoft Excel. The addition of the fiber content of 1% resulted in an increase in compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity, respectively for 7.87% 5.13%; and 75.98% compared with concrete without fiber. Based on the graph polynomial functions compressive strength, optimum fiber content at 0.56% with the compressive strength of 37.22 MPa. Based on the graph polynomial functions split tensile strength, optimum fiber content at 0.5% with a tensile strength of 4.35 MPa sides. Based on the graph polynomial function of the modulus of elasticity, optimum fiber content at 0.859% with a modulus of elasticity of 43135.61 MPa.

Keywords: Concrete, Steel fiber, Compressive strength, Split Tensile Strength, Modulus Of Elasticity, Rice Husk Ash, Bestmittel

Abstrak

Struktur beton bertulang merupakan salah satu struktur yang sangat diandalkan kekuatannya saat ini dan banyak dimanfaatkan pada pembangunan gedung-gedung tinggi, tower, jalan beton dan bangunan air. Struktur demikian membutuhkan beton dengan kuat tekan lebih besar dari 6000 Psi atau 41,4 MPa. Dengan demikian perlu adanya peningkatan mutu beton dengan langkah menambahkan serat bendrat pada beton segar yang bertujuan meningkatkan kuat tekan beton. Selain itu dengan menambahkan abu sekam padi untuk menjaga kepadatan beton dan bestmittel untuk mempercepat pengerasan beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bendrat, abu sekam padi dan bestmittel terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. 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, dan kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Benda uji masing-masing berjumlah 4 buah untuk 1 variasi kadar penambahan serat. Persentase serat yang digunakan adalah 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Pengujian dilakukan pada hari ke 14 menggunakan alat CTM (Compression Testing Machine). Perhitungan yang digunakan adalah analisis statistik dengan regresi linear pada batas elastis beton menggunakan program Microsoft Excel. Penambahan kadar serat sebesar 1% menghasilkan peningkatan kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas berturut-turut sebesar 7,87 % 5,13 %; dan 75,98 % dibandingkan dengan beton tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polinomial kuat tekan, kadar serat optimum pada 0,56% dengan nilai kuat tekan sebesar 37,22 MPa. Berdasarkan grafik fungsi polinomial kuat tarik belah, kadar serat optimum pada 0,5% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 4,35 MPa. Berdasarkan grafik fungsi polinomial modulus elastisitas, kadar serat optimum pada 0,859% dengan nilai modulus elastisitas sebesar 43135,61 MPa.

Kata kunci : Beton, Beton Serat, Serat Bendrat, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Modulus Elastisitas, Abu Sekam Padi, Bestmittel

PENDAHULUAN

Struktur beton bertulang merupakan salah satu struktur yang sangat diandalkan kekuatannya saat ini dan banyak dimanfaatkan pada pembangunan gedung-gedung tinggi, tower dan sebagainya. Struktur demikian membutuhkan beton sehingga perlu adanya peningkatan mutu beton dengan langkah menambahkan serat pada beton segar, maka dipilihlah bahan tambah serat bendrat yang mudah diperoleh dan bisa dibeli dalam bentuk kawat yang bertujuan meningkatkan kuat tekan beton. Abu sekam padi merupakan limbah pertanian yang cukup melimpah di Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal. Abu sekam padi memiliki kandungan silica yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan untuk pembuatan beton. Dengan demikian beton dengan *mix design* metode Dreux yang ditambahkan serat bendrat, abu sekam padi dan bestmittel diharapkan kuat tekannya menjadi bertambah.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton dengan *Mix Design* Metode Dreux

Dreux (1979) dalam penelitiannya telah memberikan rumus :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c (\quad - 0,5) \quad (1)$$

dengan :

- σ_{28} : kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji silinder(MPa),
- G : faktor granular, yang menunjukkan besar volume yang diisi oleh bahan butiran,
- σ_c : kekuatan semen berdasarkan data yang diperoleh dari pabrik semen,
- C : berat semen perkubikasi beton,
- E : berat air perkubikasi beton.

Menurut Dreux (1979), besarnya faktor granular G sangat dipengaruhi oleh kualitas butiran dan besarnya diameter maksimum agregat kasar yang digunakan pada perancangan campuran beton. Permukaan agregat yang kasar akan mempengaruhi kekuatan beton dan lebih kuat bila dibandingkan agregat yang permukaannya halus. Gradasi dan ukuran agregat maksimum berhubungan dengan rasio air dan semen, dimana jumlah pasta semen harus menutupi seluruh partikel sehingga nilai luas permukaan kecil, maka akan lebih sedikit pasta semen, sehingga jumlah air yang dibutuhkan juga sedikit. Untuk besarnya granular butiran pada perancangan campuran beton berkisar 0,35 – 0,65, tergantung pada kualitas dan diameter maksimum butiran. Jumlah air yang dibutuhkan pada perancangan beton dapat ditentukan. Banyak air yang diperlukan berdasarkan anggapan bahwa agregat yang diperlukan pada tahapan perancangan campuran beton dalam keadaan kering udara. Jika agregat yang dipakai mengandung sejumlah air dengan kadar yang melebihi kering udara, harus dilakukan koreksi jumlah air yang diperlukan dengan memperhitungkan tingkat kelembaban agregat yang digunakan dalam campuran beton.

Beton berserat bendrat

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). Serat yang digunakan adalah kawat ikat (bendrat) yang mudah didapat di Indonesia dengan harga relatif terjangkau. Dengan demikian beton metode dengan *mix design* metode Dreux berserat bendrat diharapkan kuat tekannya menjadi bertambah.

Bahan Tambah Kimia

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 (Tjokrodimuljo, 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 :

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

dengan pengertian :

- 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

Pengamatan kuat tarik belah beton khususnya pada beton bertulang sangat penting pada penentuan kemungkinan pencegahan keretakan akibat susut dan perubahan panas. Sedang untuk beton tidak bertulang, hasil pengujian ini dimanfaatkan dalam perencanaan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang serta untuk beton prategang. 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.

$$f_{ct} = \frac{P}{L \cdot D} \quad (3)$$

dengan pengertian :

f_{ct} : kuat tarik-belah, dalam MPa

P : beban uji maksimum (benda belah/hancur) dalam Newton (N) yang ditunjukkan *CTM*

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 kekakuan tersebut dapat dihitung dari slope kemiringan garis elastis yang linier, diberikan oleh:

$$E = \sigma / \epsilon \quad \text{atau} \quad E = \tan \alpha \quad (4)$$

dimana:

σ : tegangan aksial searah sumbu benda uji,

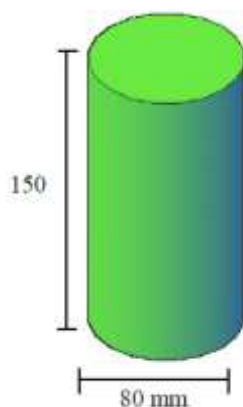
ϵ : regangan aksial,

α : sudut yang dibentuk oleh daerah elastis kurva tegangan-regangan,

E : konstanta proporsionalitas yang dikenal dengan modulus elastisitas bahan tersebut.

METODELOGI PENELITIAN

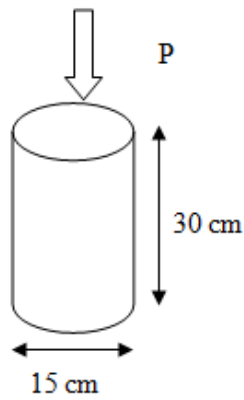
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret. Tahap awal, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji betondengan *mix design* metode Dreux. Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Benda uji kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas menggunakan silinder 15 cm x 30 cm dengan variasi persentase serat bendrat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2% berjumlah 4 buah per sampel. Pengujian akan dilakukan setelah beton berumur 14 hari, dengan menggunakan alat-alat *CTM* 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 terhadap kuat tekan kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada beton *mix design* metode Dreux.



Gambar 1. Benda Uji Silinder

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan

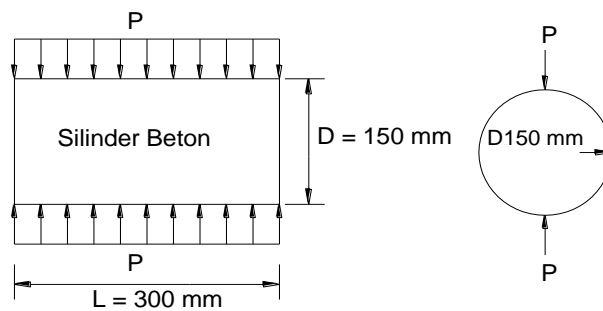
No	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0 %	KTBS – 0	4
2	0,5%	KTBS – 0,5	4
3	1 %	KTBS – 1,0	4
4	1,5%	KTBS – 1,5	4
5	2 %	KTBS – 2,0	4



Gambar 2. Cara Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tarik Belah

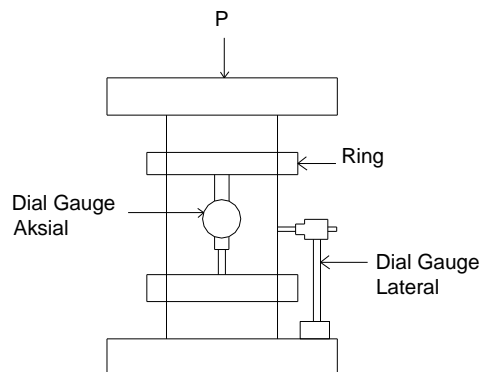
No	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0 %	KTBS BS – 0	4
2	0,5%	KTBS BS-0,5	4
3	1 %	KTBS BS- 1,0	4
4	1,5%	KTBS BS-1,5	4
5	2 %	KTBS BS - 2,0	4



Gambar 3. Cara Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 3. Jumlah dan Kode Benda Uji Modulus Elastisitas

No	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0 %	MEBS – 0	4
2	0,5%	MEBS-0,5	4
3	1 %	MEBS - 1,0	4
4	1,5%	MEBS-1,5	4
5	2 %	MEBS-2,0	4



Gambar 4. Cara Pengujian Modulus Elastisitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organic	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	3,5 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,47 gr/cm ³	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,56 gr/cm ³	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,72 gr/cm ³	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	3,73%	-	-
7	Modulus Halus	2,98	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	6,30	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	33 %	50 %	Memenuhi syarat

Hasil Perhitungan Rancang Campur Adukan Beton Metode Dreux

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode Dreux. Dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

- a. Pasir = 554,757 kg
- b. Kerikil Kecil = 181,035 kg
- c. Kerikil Besar = 1068,103 kg
- d. Semen = 480 kg
- e. Air = 171,428 liter

Kebutuhan bahan untuk tiap sampel silinderyaitu :

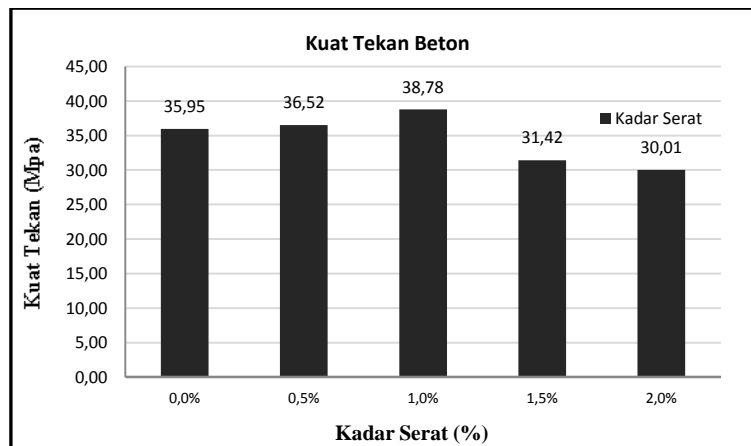
- a. Pasir = 3,233 kg
- b. Kerikil Kecil = 1,055 kg
- c. Kerikil Besar = 6,226 kg
- d. Semen = 2,798 kg
- e. Abu Sekam Padi 10% = 0,2798 kg
- f. Air = 0,0999 kg
- g. *Bestmittel* = 11,592 gram

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

NO	KADAR SERAT	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	LUAS PERM. (mm ²)	UJI TEKAN (N)	f'c 14 Hari (MPa)
1	0%	BS	1	17662,50	550000	31,14
			2	17662,50	480000	27,18
			3	17662,50	730000	41,33
			4	17662,50	780000	44,16
			Rerata			35,95
2	0,5%	BS	1	17662,50	640000	36,23
			2	17662,50	600000	33,97
			3	17662,50	660000	37,37
			4	17662,50	680000	38,50
			Rerata			36,52
3	1 %	BS	1	17662,50	800000	45,29
			2	17662,50	640000	36,23
			3	17662,50	800000	45,29
			4	17662,50	500000	28,31
			Rerata			38,78

4	1,5%	BS 1,5%	1	17662,50	520000	29,44
			2	17662,50	560000	31,71
			3	17662,50	580000	32,84
			4	17662,50	560000	31,71
			Rerata			31,42
5	2 %	BS 2 %	1	17662,50	720000	40,76
			2	17662,50	540000	30,57
			3	17662,50	460000	26,04
			4	17662,50	400000	22,65
			Rerata			30,01



Gambar 5. Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan % serat bendrat

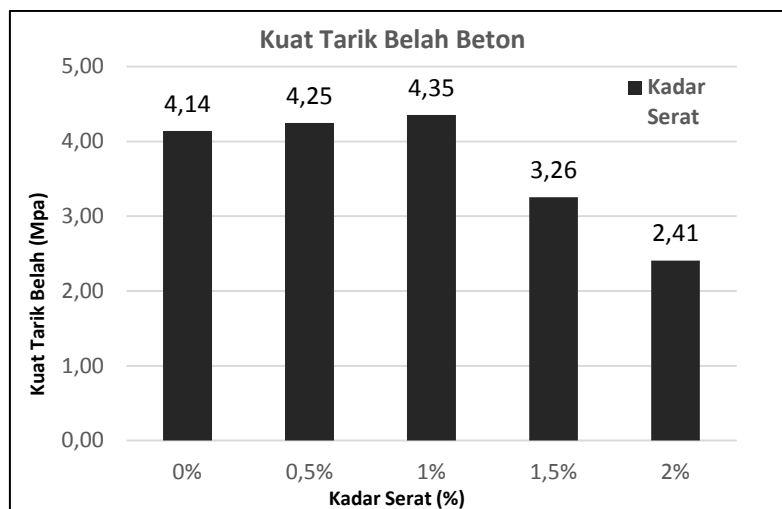
Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan dengan kadar serat bendrat sebesar 0 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 14 hari adalah 35,95 MPa; 36,52 MPa; 38,78 MPa; 31,42 MPa; dan 30,01 MPa. Kuat tekan maksimum adalah pada beton dengan mix design metode Dreux dengan kadar penambahan serat sebesar 1 %, menghasilkan kuat tekan sebesar 44,07 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 7,87 % dibandingkan dengan beton tanpa serat. Setelah itu kapasitas beton akan menurun. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 0,56% dengan nilai kuat tekan sebesar 37,22 Mpa.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

NO	KADAR SERAT	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	Ls (mm)	D (mm)	Pmaks (N)	ft (MPa)
1	0%	BS 0%	1	300	150	310000	4,39
			2	300	150	310000	3,82
			3	300	150	270000	3,96
			4	300	150	280000	4,14
			Rerata				292500
2	0,5%	BS 0,5%	1	300	150	300000	5,24
			2	300	150	370000	3,26
			3	300	150	230000	4,25
			4	300	150	300000	4,25
			Rerata				300000
3	1 %	BS 1 %	1	300	150	320000	4,81
			2	300	150	340000	3,68
			3	300	150	260000	4,39
			4	300	150	310000	4,35
			Rerata				307500
4	1,5%	BS 1,5%	1	300	150	200000	2,83
			2	300	150	250000	3,54
			3	300	150	240000	3,40
			4	300	150	230000	3,26
			Rerata				230000
5	2 %	BS 2 %	1	300	150	230000	3,26
			2	300	150	150000	2,12
			3	300	150	130000	1,84

4	300	150	170000	2,41
Rerata			170000	2,41



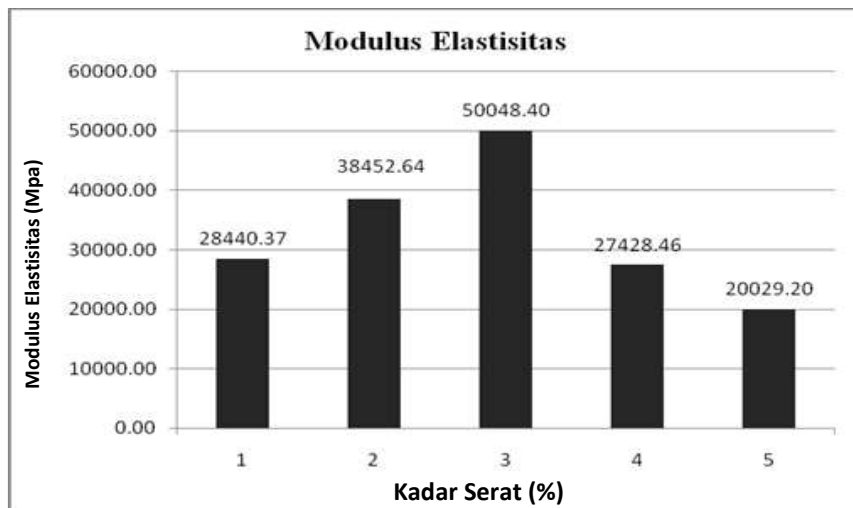
Gambar 6. Diagram Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan % serat bendrat

Pada pengujian kuat tarik belah dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 14 hari berturut-turut adalah 4,14 MPa; 4,25 MPa; 4,35 MPa; 3,26 MPa; dan 2,41 MPa. Dari hasil perhitungan regresi pada grafik kuat tarik belah pada beton metode coba Dreux kuat tarik belah maksimal terjadi pada kadar serat 0,5% dengan nilai sebesar 4,35 MPa.

Hasil Pengujian dan Pembahasan Modulus Elastisitas

Tabel 7. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

Kode Benda Uji	Kadar Serat (%)	Ec Perhitungan (MPa)	Ec Rata-Rata (MPa)
BS 0	0 %	34353,52	28440,37
		17737,71	
		24899,90	
		36770,33	
BS 0,5	0,5 %	25429,04	38452,64
		55995,37	
		33933,52	
		34861,33	
BS 1 %	1 %	97902,86	50048,40
		24101,05	
		51786,66	
		26403,02	
BS 1,5 %	1,5 %	19821,64	27428,46
		25071,25	
		32170,84	
		32650,11	
BS 2 %	2 %	14669,30	20029,20
		17497,52	
		26579,71	
		21370,26	



Gambar 7. Diagram Hubungan antara Modulus Elastisitas dengan % Kadar Serat

Berdasarkan hasil perhitungan modulus elastisitas dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 14 hari berturut-turut adalah 28440,37 MPa; 38452,64 MPa; 50048,40 MPa; 27428,46 MPa dan 20029,20 MPa. Dari hasil perhitungan regresi pada grafik, modulus elastisitas pada beton metode coba Dreux, modulus elastisitas maksimal terjadi pada kadar serat 0,859% dengan nilai sebesar 43135,61 MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Kuat tekan beton berserat kawat bendrat dengan bahan tambah abu sekam padi dan bestmittel menggunakan mix design metode Dreux dengan kadar serat bendrat sebesar 0 %; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2%, yang diuji pada umur 14 hari berturut-turut adalah 35,95 MPa; 36,52 MPa; 38,78 MPa; 31,42 MPa. Pada kadar penambahan serat sebesar 1% menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 44,07 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 7,87% dibandingkan dengan beton tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 0,56% dengan nilai kuat tekan sebesar 37,22 Mpa.
- Kuat tarik belah rata-rata tanpa serat bendrat pada umur 14 hari sebesar 4,14 MPa, sedangkan beton berserat bendrat dengan persentase serat 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% sebesar 4,25 MPa; 4,35 MPa; 3,26 MPa; dan 2,41 MPa. Pada kadar penambahan serat sebesar 1% menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 4,35 MPa atau terjadi kenaikan kuat tarik belah sebesar 5,13% dibandingkan dengan beton tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 0,5% dengan nilai sebesar 4,35 MPa.
- Nilai modulus elastisitas dengan kadar serat bendrat sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% yang diuji pada umur 14 hari adalah 2844,37 MPa; 38452,64 MPa; 50048,40 MPa; 27428,46 MPa dan 20029,20 MPa. Pada beton dengan kadar penambahan serat sebesar 1% menghasilkan nilai modulus elastisitas maksimum sebesar 50048,40 MPa atau terjadi kenaikan modulus elastisitas sebesar 75,98 % dibandingkan dengan beton tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 0,859% dengan nilai sebesar 43135,61 MPa

REFERENSI

- ACI Committee 544. 1996. Fiber Reinforced Concrete. Michigan: ACI International Michigan.
- ASTM C 33-74a. American Society For Testing and Materials. 1918. Concrete and Material Agregates (including Manual of Agregates and Conscrete Testing). Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Balaguru, P.N., Shah, S.P. 1992. Fiber Reinforced Cement Composites, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Cement & Concrete Institute. 2001. Fibre Reinforced Concrete, Cement & Concrete Institute, Midrand.
- Djaja Mungok, Chrisna. 1993. Studi Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi dengan Metode Dreux Laporan Penelitian, Program Teknik Sipil Struktur Fakultas Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Dreux, Georges. 1979. Nouvean Guide Du Bet on, Service Presse, Editions Eyrolles, Boulevard Saint-Germain,
- Dipohusodo, I. 1994. Struktur Beton Bertulang. Gramedia. Jakarta.
- Eko Sriyadi. 2010. Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Bestmittel. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gambhir, M.L. 1986. Concrete Technology. Tata Mc Grow Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Gere, J.M., Timoshenko, S.P., 1996. Mekanika Bahan, Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Isti'annah. 2015. Pengaruh Penambahan Serat Bendrat dan Fly Ash Pada Beton Mutu Tinggi Metode ACI Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Murdock, L.J dan K.M Brook (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. Bahan dan Praktek Beton. Jakarta: Erlangga
- Neville, A.M., and J.J. Brook. 1987. Concrete Technology. New York: Longman Scientific & Technical.
- Neville, A.M. 1975. Properties of Concrete. London: The English Language Book Society and Pitman Publishing.
- Rahmat Budiyanto. 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.
- Ravindrajah, S.R., C.T. Tam. 1984. Flextural Strength of Steel FibreReiforced Concrete Beams. National University of Singapore.Kent Ridge, Singapore.
- Reni Sulistyawati. 2009. Pengaruh Penggunaan Zat Additive Bestmittel Terhadap Kuat Tekan Beton. Teodolita Vol.11, No.2., Des 2009:34-46.
- Soroushian, P. Lee, and Bayasi,Z. 1987, "Consept of Fiber Reinforced Concrete", Michigan State University, Michigan.
- Tjokrodimulyo. K. 1996. Teknologi Beton, Nafitri. Yogyakarta.