

PENGARUH VARIASI FRAKSI KAWAT LOKET LAPIS PVC TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS BETON SERAT

(Effects of Fraction Variation of PVC Coated Welded Wire Mesh Fiber on Compressive Strength, Tensile Strength and Modulus Elasticity of Fiber Concrete)

Rizky Anas Suwanda, Indradi Wijatmiko, Christin Remayanti Nainggolan
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886
Email : rizkyanassuwanda@yahoo.com

ABSTRAK

Beton di desain dengan kemampuan mampu memikul beban tekan, tetapi lemah dalam menerima beban tarik. Hal ini menyebabkan beton bersifat getas dan dapat mengakibatkan keruntuhan mendadak sehingga tulangan baja digunakan pada beton. Tetapi bukan berarti beton tidak mengalami keruntuhan tarik. Dengan penambahan serat kawat loket lapis PVC yang merupakan bahan lokal, diharapkan dapat memperbaiki kelemahan beton.

Variasi fraksi atau presentase serat kawat yang ditambahkan ke dalam campuran beton adalah sebesar 0.5%, 1% dan 1.5% dari volume beton silinder. Selain untuk mengetahui pengaruh serat kawat loket lapis PVC pada campuran beton terhadap kuat tarik, peneliti juga menganalisa pengaruh serat kawat loket lapis PVC terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan nilai kuat tarik maksimum diperoleh pada fraksi serat kawat 1% dengan nilai sebesar $f_t = 2.439$ MPa (meningkat 0.57% dari beton normal). Sedangkan hasil pengujian kuat tekan menunjukkan nilai kuat tekan maksimum diperoleh pada fraksi kawat 1.5% dengan nilai sebesar $f'_c = 31.68$ MPa (menurun 3.7% dari beton normal). Begitu pula dengan hasil uji modulus elastisitas yang menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas maksimum diperoleh pada fraksi kawat 1.5% (menurun 19.4% dari beton normal).

Kata kunci : serat kawat, kawat loket lapis PVC, kuat tarik, kuat tekan, modulus elastisitas

ABSTRACT

Concrete is designed with the ability to endure the compressive strength, however it is very weak if given a tensile force. It can be brittle and sudden collapse occurs. The use of reinforcing steel on concrete intended to endure tensile strength, that doesn't mean the concrete is not collapse. Small transverse cracks still appear frequently. With addition of PVC coated welded wire mesh fiber which is a local material, is expected to improve the concrete weakness.

Variations in fraction or percentage of wire fiber added to the concrete mixture are 0.5%, 1% and 1.5% of the concrete volume. In addition to knowing the influence of PVC coated welded wire mesh fiber on concrete mixture to tensile strength, the researchers also analyzed the effect of PVC coated welded wire mesh fiber on compressive strength and modulus elasticity of concrete.

The tensile strength test results showed that the maximum tensile strength was obtained at the wire fraction of 1% with $f_t = 2,439$ MPa (increased by 0.57% from the normal concrete). While the compressive strength test results show that the maximum compressive strength is obtained at the wire fraction of 1.5% with $f'_c = 31.68$ MPa (decreased by 3.7% from the normal concrete. Modulus elasticity test results show that the maximum modulus elasticity is obtained at the wire fraction of 1.5% (decreased by 19.4% from the normal concrete).

Keywords : wire fiber, PVC coated welded wire mesh , tensile strength, compressive strength, modulus elasticity

PENDAHULUAN

Beton merupakan material padat dan menyerupai batu yang diperoleh dengan mencampurkan semen, pasir dan koral beserta bahan tambahan lainnya dengan komposisi tertentu. Dalam perencanaannya, beton di desain dengan kemampuan dapat menahan beban tekan namun lemah terhadap beban tarik, hal ini menyebabkan beton bersifat getas. Sehingga jika diberikan beban tarik, keruntuhan bisa saja terjadi. Dalam perkembangannya, beton dikombinasikan dengan tulangan baja agar dapat mengatasi kelemahan beton. Namun bukan berarti retak akibat tarik tidak terjadi. Seiring berkembangnya jaman, para peneliti mulai mengembangkan beton serat, salah satunya adalah menambahkan serat kawat ke dalam beton. Serat yang pernah digunakan pada penelitian terdahulu antara lain serat baja, serat kawat kasa, serat kawat bendrat dan lain sebagainya.

Penelitian Leksono, Suhendro dan Sulistyono (1995) yang menggunakan kawat bendrat berbentuk lurus dan berkait dicampurkan kedalam campuran beton dengan variasi fraksi sebesar 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1% dari volume adukan beton memberikan kesimpulan bahwa kuat tarik, kuat desak dan kuat lentur meningkat setelah diberi serat kawat bendrat dengan volume optimal 0.75% dari volume adukan. Sedangkan penelitian Hartanto (1994) penambahan serat kawat lokal kedalam adukan beton, kuat tekan bertambah 7%. Ini menunjukkan bahwa penambahan serat kawat lokal kedalam adukan beton tidak berpengaruh banyak terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian Suhendro (1991) juga menyimpulkan bahwa dengan penambahan fiber lokal berupa kawat ke dalam adukan beton, kuat tarik beton (umur 28 hari) meningkat sebesar 20,45% untuk beton fiber dengan volume fiber kawat (V_f) = 0.7%.

Namun pada penelitian ini serat yang adalah serat kawat loket lapis PVC yang merupakan bahan lokal yang sering dijumpai dan harganya yang cukup ekonomis. Variasi fraksi serat yang digunakan adalah 0.5%, 1% dan 1.5% dari volume beton silinder.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Serat

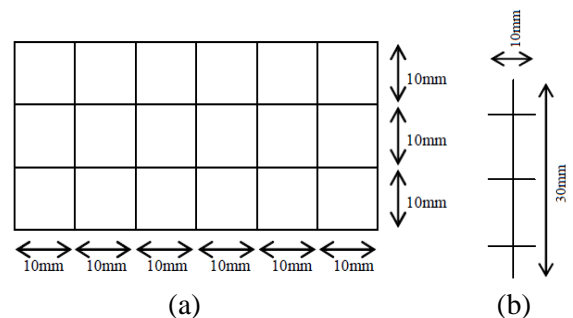
Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat (ACI Committee 544, 1982). Beberapa sifat yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat diantaranya adalah daktilitas meningkat, kuat tarik dan lentur meningkat serta tahan terhadap susut dan pengelupasan.

Serat yang pernah digunakan sebagai campuran beton antara lain serat baja, serat *polypropelene*, serat kaca, serat karbon dan serat kawat.

Serat Kawat

Pada ACI Committee 544 disebutkan bahwa semua material yang terbuat dari besi serta berbentuk fisik kecil, pipih dan panjang dapat dimanfaatkan sebagai campuran serat pada beton.

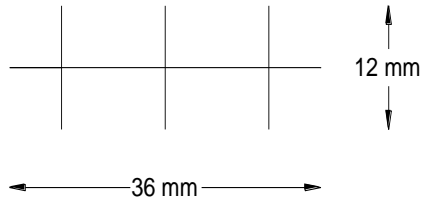
Penelitian yang dilakukan oleh Haryanto dan Recky (2006) mengenai pengaruh serat kawat kasa dengan dimensi panjang kawat 30 mm dan panjang *interlocking* 10 mm terhadap kolom memberikan kesimpulan bahwa kemampuan daktilitas mengalami peningkatan yang cukup signifikan sehingga kolom tidak mengalami keruntuhan tiba-tiba.



Gambar 1. Penampang geometrik kawat kasa yang digunakan untuk campuran beton: (a) sebelum dipotong; (b) sesudah dipotong

Dimensi lubang kali lubang pada kawat kasa yang digunakan oleh Haryanto dan Recky (2006) adalah 10 mm x 10 mm dengan diameter 0.5 mm. Namun pada penelitian ini, peneliti menggunakan kawat loket lapis PVC serta dimensi lubang kali lubang 12 mm x 12 mm dan berdiameter 1 mm. Dengan berpedoman pada eksperimen yang dilakukan oleh Haryanto dan

Recky (2006), peneliti menggunakan dimensi panjang serat dan panjang interlocking yang tidak jauh berbeda yaitu panjang serat 36 mm dan serta panjang *interlocking* yang digunakan adalah 12 mm.



Gambar 2. Penampang geometrik kawat loket lapis PVC yang digunakan untuk campuran beton sesudah dipotong

Kawat Locket

Kawat Locket atau biasanya disebut *welded wiremesh* merupakan kawat *stainless steel* yang bermutu tinggi. Jenis kawat loket yang digunakan pada penelitian ini adalah kawat loket lapis PVC. Selain karena harganya yang murah, daya tahannya cukup baik dari segi keawetan maupun segi korositas.



Gambar 3. Kawat Locket Galvanis (kiri) dan Kawat Locket lapis PVC (kanan)

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan kawat loket lapis PVC Tipe II dengan ukuran lubang kali lubang $\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}''$ dan diameter kawat 1 mm.

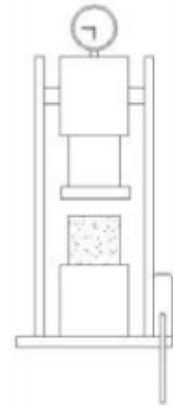
Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan beton dalam menerima gaya tekan persatuan luas. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Tata cara pengujian yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan SNI. Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

- $f'c$ = Tegangan tekan beton (N/mm²)
- P = gaya yang mampu ditahan silinder (N)
- A = Luas penampang silinder (mm²)



Gambar 4. Uji kuat tekan menggunakan *compression machine*

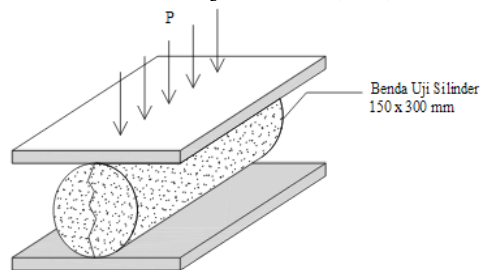
Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton pada umumnya berkisar antara 9 % sampai 15 % dari kuat tekannya (Istimawan, 1996). Rumus kuat tarik yang digunakan yaitu :

$$ft = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- ft = Kuat tarik belah beton (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- L = Tinggi silinder beton (mm)
- D = Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 5. Uji kuat tarik belah menggunakan *compression machine*

Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas merupakan perbandingan tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang. Modulus

elastisitas bergantung pada umur beton, sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran benda uji (Wang dan Salmon, 1994). Berikut rumus modulus elastisitas yang digunakan :

a. Menurut Eurocode 1992

$$E_c = \frac{0,4 f'c}{\varepsilon (0,4 f'c)} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
 ε = Regangan aksial (mm/mm)
 $f'c$ = kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

b. Menurut ASTM C469

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots \dots \dots (4)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
 σ_1 = Tegangan untuk regangan 0,00005
 σ_2 = Tegangan 40% dari tegangan hancur ultimate
 ε_1 = 0,00005
 ε_2 = Regangan yang menghasilkan σ_2

c. Menurut SK SNI T-15-1991

Apabila $1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kg/m}^3$ maka :

$$E_c = 0,043 x W_c^{1,5} x f'c^{0,5} \dots \dots \dots (5)$$

Sedangkan apabila $W_c = \pm 2300 \text{ kg/m}^3$ maka :

$$E_c = (3250 x \sqrt{f'c}) + 14000 \dots \dots \dots (6)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
 W_c = Berat isi beton (kg/m^3)
 $f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (MPa)

d. TS 500 (Turkey Standart)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hasan Yildirum dan Ozkan Sengul (2011) rumus modulus ditentukan sebesar :

$$E_c = (3250 x \sqrt{f'c}) + 14000 \dots \dots \dots (7)$$

dimana :

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)
 $f'c$ = kuat tekan beton berumur 28 hari (MPa)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium struktur Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton

silinder yang dicampur dengan serat kawat loket lapis PVC dengan variasi berat serat 0.5%, 1% ; dan 1.5% terhadap volume beton silinder. Sistematika penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Analisa Material agregat kasar dan agregat halus
2. Perencanaan mix design dengan kuat tekan rencana $f'c = 21,7 \text{ Mpa}$ (mutu K – 250)
3. Pemotongan serat kawat dengan panjang kawat 3,6 cm dan panjang interlocking 1,2 cm
4. Menghitung berat isi serat kawat
5. Pengecoran
6. *Curing* benda uji selama 28 hari
7. Pengujian uji kuat tarik belah
8. Pengujian uji kuat tekan dan modulus elastisitas
9. Mengolah data hasil pengujian dan kesimpulan

Perhitungan berat isi kawat

Beberapa langkah yang dilakukan untuk menghitung berat isi kawat antara lain :

- a. Timbang berat cawan plastik dan catat hasilnya.
- b. Beri tanda pada cawan plastik dengan spidol untuk memperkirakan volume air yang akan dituangkan ke dalam cawan.
- c. Tuangkan air ke dalam cawan plastik hingga batas yang telah ditentukan.
- d. Timbang berat cawan plastik ditambah air dan catat hasilnya.
- e. Buang air yang telah ditimbang
- f. Masukkan kawat loket lapis PVC secara bertahap sambil diketuk dengan tongkat pengetuk agar kawat mengisi seluruh wadah dengan maksimal (Pastikan antar kawat benar-benar rapat dan meminimalkan adanya rongga antar kawat) hingga batas yang telah ditentukan.
- g. Timbang cawan plastik ditambah kawat dan catat hasilnya.
- h. Lakukan kembali langkah (a) hingga (g) dengan volume cawan yang berbeda

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berat Isi Kawat

Tujuan perhitungan berat isi kawat ini antara lain untuk mengkonversi presentase serat

terhadap volume beton menjadi presentase serat terhadap satuan berat (gram). Dari hasil percobaan yang dilakukan selama tiga kali dengan volume cawan yang berbeda didapatkan :

Tabel 1. Berat Isi Kawat

	Berat Isi Kawat (gr/cm ³)
Cawan A	0.373
Cawan B	0.351
Cawan C	0.388
Rata – Rata	0.371

Setelah mengetahui nilai berat jenis kawat, maka selanjutnya menghitung berat kawat yang dibutuhkan untuk setiap fraksi 0.5%; 1% dan 1.5% pada masing-masing benda uji. Missal perhitungan berat kawat yang dibutuhkan untuk satu silinder dengan fraksi 1%.

$$W_{kawat} = \%fraksi \times V_{silinder} \times Berat\ isi_{kawat}$$

$$= 1\% \times 5298.75\text{ cm}^3 \times 0.371\text{ gr/cm}^3$$

$$= 19.658\text{ gr}$$

Tabel 2. Kebutuhan berat kawat

Fraksi kawat	W_{kawat} (gram)	
	1 benda uji	6 benda uji
0.5 %	9.825	58.95
1 %	19.658	117.948
1.5 %	29.487	176.992

Mix Design

Perencanaan *Mix Design* pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Dari hasil perhitungan didapatkan rasio proporsi actual (dalam kg) sebesar :

Semen :	Air :	Pasir :	Kerikil
1.00	0.5	1.18	2.02

Berat Isi Beton

Berat isi beton merupakan perbandingan berat beton (W_c) dengan volume beton silinder (V_c). Diketahui bahwa volume beton silinder (V_c) adalah sebesar 0.00529 m³. Dari hasil perhitungan didapatkan :

Tabel 3. Berat Isi Beton

Jenis Benda Uji Beton silinder	Berat Beton Rata-rata (kg)	Berat Isi Beton Rata-rata (kg/m ³)
Beton Normal	12.55	2368.48
Fraksi kawat 0.5 %	12.33	2327.59

Jenis Benda Uji Beton silinder	Berat Beton Rata-rata (kg)	Berat Isi Beton Rata-rata (kg/m ³)
Fraksi kawat 1 %	12.43	2344.89
Fraksi kawat 1.5 %	12.46	2350.96

Berdasarkan perhitungan tabel di atas, berat isi beton normal lebih tinggi dibandingkan beton yang ditambahkan serat. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan serat kawat pada campuran beton, mengakibatkan berkurangnya jumlah agregat kasar maupun agregat halus yang ditambahkan. Sehingga berat beton yang ditambahkan serat menjadi lebih kecil dibandingkan beton normal dan mengakibatkan berat isi beton juga berkurang, karena berat beton berbanding lurus dengan berat isi beton.

Selain itu, kesalahan pada saat pemadatan mortar saat dimasukkan ke dalam cetakan silinder juga menjadi alasan menurunnya berat isi beton. Pemukulan pada bekisting silinder bertujuan untuk mengurangi pori-pori yang ada pada beton. Namun karena terjadi kesalahan seperti yang telah dijelaskan tersebut, hal ini menimbulkan banyaknya pori-pori kecil pada benda uji, yang berakibat berat beton juga berkurang.

Uji Slump

Nilai uji *slump* menentukan tingkat kelecakan (*workability*) dari beton. Untuk mencapai mutu beton $f'c = 21.7$ Mpa, tentunya kelecakan adonan beton perlu diperhatikan

Berikut merupakan rata – rata hasil uji slump yang dilakukan pada masing – masing bend uji :

Tabel 4. Nilai *slump* beton

Tipe Beton	Nilai <i>slump</i> rata – rata (cm)
Beton Normal	12.5
Fraksi kawat 0.5 %	15
Fraksi kawat 1 %	13
Fraksi kawat 1.5 %	13

Nilai slump yang tidak konsisten seiring dengan meningkatnya fraksi dikarenakan pada saat pelaksanaan pengujian, terjadi beberapa kesalahan yaitu kurang cepatnya mengangkat cetakan kerucut dan kerucut diangkat dalam keadaan tidak tegak lurus. Selain itu, dalam beberapa kali pengecoran terkadang mortar dibiarkan terlalu lama atau lebih dari 3 menit.

Uji Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel 5.

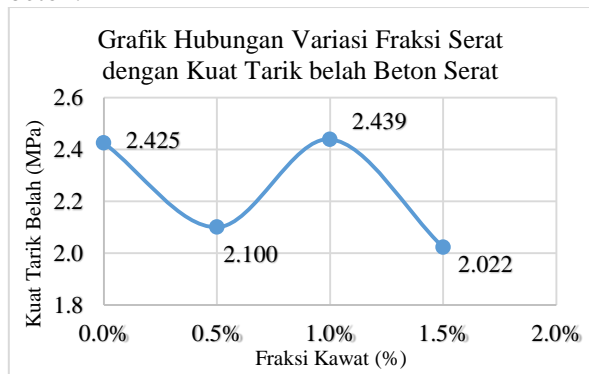
Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tarik Beton

Tipe Beton	Nilai kuat tarik rata – rata (MPa)	Selisih terhadap beton normal
Beton Normal	2.425	0%
Fraksi kawat 0.5 %	2.10	-13.4%
Fraksi kawat 1 %	2.439	+0.57%
Fraksi kawat 1.5 %	2.022	-16.62%

*(-) menurun

*(+) meningkat

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian pada tabel 5 dapat disimpulkan bahwa fraksi 1% merupakan variasi serat kawat yang optimum untuk mencapai nilai kuat tarik yang maksimum meskipun hanya mengalami kenaikan sekitar 0.57% saja dari kuat tarik beton normal. Hal ini dikarenakan lapisan PVC pada kawat loket yang memiliki tekstur licin sehingga kawat tidak homogen terhadap campuran beton. Karena tidak homogen, kawat tidak bekerja dengan baik dan memberikan pengaruh yang sedikit bahkan tidak memberikan pengaruh terhadap kuat tarik beton.



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Fraksi Serat dengan Kuat Tarik Belah Beton Serat

Uji Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

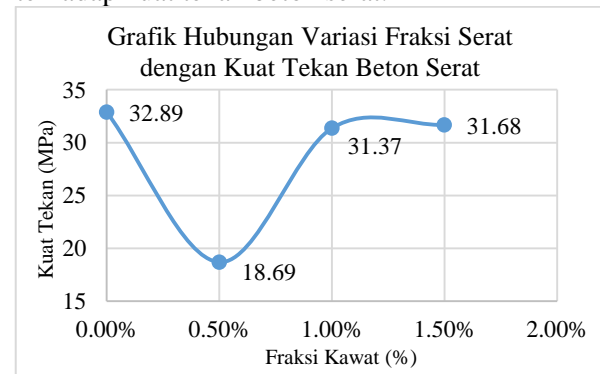
Tipe Beton	Nilai kuat tekan rata – rata (MPa)	Selisih terhadap beton normal
Beton Normal	32.89	0%

Tipe Beton	Nilai kuat tekan rata – rata (MPa)	Selisih terhadap beton normal
Fraksi kawat 0.5 %	18.69	-43.2%
Fraksi kawat 1 %	31.37	-4.6%
Fraksi kawat 1.5 %	31.68	-3.7%

*(-) menurun

*(+) meningkat

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian kuat tekan pada tabel 5 dapat disimpulkan bahwa fraksi 1.5% merupakan variasi serat kawat yang optimum untuk mencapai nilai kuat tekan yang maksimum. Sedangkan pada fraksi 0.5% beton menghasilkan nilai kuat tekan yang sangat rendah karena nilai slump yang dihasilkan sangat tinggi yaitu 15 cm sehingga kekuatan tekan beton menurun drastis. Beton dengan fraksi kawat 1% dan 1.5% memiliki nilai kuat tekan yang tidak terlalu jauh dikarenakan rata – rata nilai *slump* kedua variasi benda uji tersebut juga memiliki nilai yang sama yaitu mendekati 13 cm. Selain itu tekstur kawat yang cukup lunak dalam menerima beban tekan serta penyebaran serat yang tidak merata (*random*) juga menjadi alasan mengapa kawat loket lapis PVC tidak memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton serat.



Gambar 7. Grafik Hubungan Variasi Fraksi Serat dengan Kuat Tekan Beton Serat

Uji Modulus Elastisitas

Uji modulus elastisitas dilakukan bersamaan dengan uji kuat tekan dengan tambahan alat pembaca regangan yang disebut *extensometer*. Perubahan yang terjadi pada *dial* dibaca seiring dengan bertambahnya beban hingga benda uji mengalami keruntuhan yang artinya benda uji tidak mampu lagi menahan beban tekan yang diberikan dan saat itulah

pembacaan *dial* pada *extensometer* dihentikan. Perhitungan modulus pada penelitian ini dilakukan dengan empat macam metode perhitungan seperti yang dijelaskan sebelumnya. Namun untuk menganalisisnya, peneliti menetapkan metode Eurocode 1992 dan ASTM C469 untuk menarik kesimpulan. Hal ini dilakukan karena beberapa metode perhitungan memiliki variasi nilai yang cukup jauh, sehingga berdasarkan grafik hubungan $\sqrt{f'c}$ dengan modulus elastisitas, nilai modulus elastisitas dari metode perhitungan Eurocode 2 dan ASTM C469 yang mendekati teori modulus elastisitas.

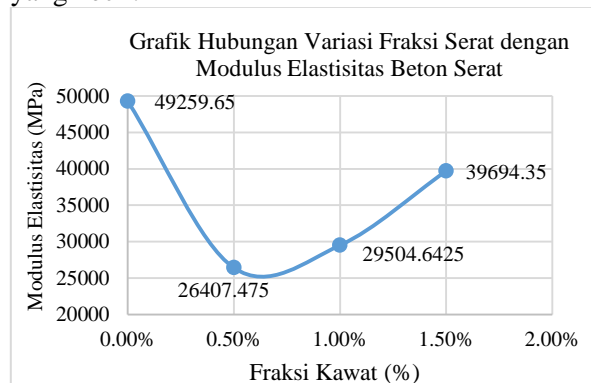
Tabel 7. Hasil Uji Modulus Elastisitas Beton

Tipe Beton	Nilai Modulus Elastisitas rata – rata (MPa)	Selisih terhadap beton normal
Beton Normal	49259.65	0%
Fraksi kawat 0.5 %	26407.48	-46.4%
Fraksi kawat 1 %	29504.64	-40.1%
Fraksi kawat 1.5 %	39694.35	-19.4%

*(-) menurun

*(+) meningkat

Berdasarkan nilai rata - rata dari kedua metode perhitungan modulus elastisitas pada tabel 7 dapat dikatakan bahwa semakin tinggi fraksi serat yang ditambahkan ke dalam campuran beton, maka semakin besar nilai modulus elastisitas yang dihasilkan. Namun jika dibandingkan dengan beton normal, beton dengan campuran serat memiliki nilai modulus elastisitas yang kecil.



Gambar 8. Grafik Hubungan Variasi Fraksi Serat dengan Modulus Elastisitas Beton Serat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Hasil uji kuat tarik belah menunjukkan bahwa beton dengan presentase fraksi serat kawat sebesar 1% menghasilkan nilai kuat tarik belah yang maksimum yaitu sebesar 2,439 MPa. Dibandingkan dengan beton normal tanpa serat, kuat tarik belah beton serat dengan fraksi 1% meningkat sebesar 0,57 % (f_t beton normal = 2,425 MPa). Sedangkan nilai kuat tarik untuk beton serat dengan fraksi 0,5% dan 1,5% berturut – turut adalah sebesar 2,1 MPa dan 2,022 MPa.
2. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa beton dengan presentase fraksi serat kawat sebesar 1,5% menghasilkan nilai kuat tekan maksimum yaitu sebesar 31,68 MPa. Dibandingkan dengan beton normal tanpa serat, kuat tekan beton serat menurun sebesar 3,7% ($f'c$ beton normal = 32,89 MPa). Sedangkan nilai kuat tekan beton serat dengan fraksi 0,5% dan 1% berturut – turut adalah sebesar 18,69 MPa dan 31,37 MPa.
3. Hasil uji modulus elastisitas terhadap beton serat menunjukkan bahwa beton dengan presentase fraksi serat kawat sebesar 1,5% menghasilkan nilai modulus elastisitas yang maksimum yaitu sebesar 39694,35 MPa. Namun jika dibandingkan dengan beton normal tanpa serat, nilai modulus elastisitas mengalami penurunan sebesar 19,4% (E beton normal = 49259,65 MPa). Nilai modulus elastisitas beton dengan fraksi 0,5% dan 1% berturut – turut adalah 26407,48 MPa dan 29504,64 MPa.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa saran yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya guna memperbaiki kekurangan dari penelitian ini, antara lain adalah :

1. Mencari dan menganalisis metode penyebaran serat kawat yang efisien ketika pengecoran, agar serat kawat bekerja secara optimal saat dilakukan uji kuat tarik belah dan uji kuat tekan.

2. Untuk penelitian lanjutan, sebaiknya menghindari penggunaan kawat yang berlapis PVC sebagai serat campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Leksono, Suhendro, Sulisty (1995). *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hartanto, Sudarmoko. (1994). *Kuat Lentur Beton Serat dengan Model Skala Penuh*. Yogyakarta: PAU Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Suhendro. (1991). *Beton Fiber Lokal Konsep, Aplikasi dan Permasalahannya*. Yogyakarta: PAU Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- American Society for Testing and Material C 4-69. 1998. *Standart Spesification for Concrete Aggregate*. American : Annual Book.
- Eurocode 2. (1992) *Design of concrete structures*. Europe : Design and detailing rules.
- ACI Committee 544. (2014). *Fiber Reinforced Concrete*. America : American Concrete Institute.
- Yoso, Haryanto dan Recky Suhartono. (2006). *Pengaruh Penambahan Fiber Kawat Kasa Terhadap Kapasitas Kolom Penampang Segi Empat*. Skripsi. Yogyakarta.
- Yildirim, Hasan dan Ozkan Sengul. (2011). *Modulus of Elasticity of substandard and normal concretes*. Istanbul Technical University. Faculty of Civil Engineering.