PENGARUH CAMPURAN KAWAT BENDRAT TERHADAP KEKUATAN BALOK BETON DENGAN MUTU 20 MPa

Fawzi Julianto[1)]., Eddy Samsurizal,[2)]., Crisna Djaja Mungok[2)]

Abstrak

Dalam pembuatan benda uji metode yang digunakan yaitu Metode SNI, dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Semen yang digunakan adalah semen PCC. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan ∅ 15 cm, dan tinggi 30 cm. Tidak dilakukan penelitian lebih mendalam dan perlakuan awal terhadap Serat Bendrat, sebagai perbandingan dibuat juga sampel beton normal . Pengujian/pengetesan benda uji meliputi uji kuat tekan,uji kuat lentur dan uji modulus elastisitas. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik beton normal umur 28 hari, 35,595 MPa, 5% Bendrat Didapat Hasil 32,103 MPa, 10 % Bendrat didapat hasil 28,571 MPa, 15 % Bendrat didapat hasil 22,575 MPa. Nilai Kuat lentur Rata Rata Normal umur 28 Hari didapatkan hasil 5,69 MPa, 5 % Bendrat Didapat Hasil 4,35 MPa, 10% Didapat hasil 4,60 MPa,15% Bendrat didapat hasil 3,96 MPa. Modulus Elastisitas rata-rata beton normal umur 28 Hari didapat hasil 19382,293 MPa, 5% Bendrat didapat hasil 21066,863 MPa, 10% Bendrat didapat hasil 19290,935 MPa, 15% Bendrat didapat hasil 18515,761 MPa, Nilai-nilai tersebut menunjukan semakin lama umur beton maka kuat tekan beton juga semakin meningkat, meskipun beton dengan tambahan serat Bendrat ini lebih rendah dari beton normal. Dapat disimpulkan bahwa serat Bendrat ini memberikan dampak negatif terhadap kuat tekan, kuat lentur dan modulus elastisitas beton.

Kata kunci: Serat Bendrat, kuat tekan beton, kuat lentur, modulus elastisitas.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini pembangunan, hampir semua struktur bangunan di Indonesia dan Mancanegara menggunakan beton sebagai bahan utama kontruksi. Hal ini dikarenakan bahan dasar beton mudah diperoleh dan mudah dibentuk baik ukuran maupun kekuatannya sesuai kebutuhan. Pembangunan dibidang kontruksi mengharuskan perencanaan yang kuat dan ekonomis. Beton merupakan campuran antara semen Portland dengan agregrat kasar, agregrat halus, air dengan atau tanpa bahan tambahan yang akan membentuk massa padat. Pengerasan ini terjadi karena peristiwa kimia antara semen dan air, hal ini terjadi dalam waktu yang relative panjang sehingga campuran beton tersebut selalu bertambah keras seiring bertambahnya umur beton.

Jika dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, beton mempunyai berbagai keunggulan, antara lain relatif lebih kuat terhadap gaya tekan, mudah pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi. Namun demikian, beton juga memiliki berbagai kelemahan, antara lain kuat tarik yang rendah, dan pengerjaannya terkadang tidak mudah. Berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin mengetahui sejauh mana pengaruh pencampuran serat kawat bendrat terhadap kekuatan balok beton,

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT Untan

apakah penambahan serat kawat bendrat mampu meningkatkan kekuatan balok beton atau malah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangunan kontruksi dalam beberapa dekade ini sangat banyak memakai beton, baik untuk gedung bertingkat atau untuk jalan. Beton mempunyai sifat mudah di bentuk, kuat tekan dapat kita rencanakan sendiri dan mempunyai *durability* yang baik juga memiliki kuat tarik belah yang rendah sehingga beton mudah retak. Beton yang ditambah dengan bahan tambah serat disebut beton serat, karena ditambah serat maka menjadi komposit yang terdiri dari beton dan serat. Serat dapat berupa plastik, gelas/ kaca, asbestos, baja atau dengan serat tumbuhan seperti ijuk, jerami.

Kardiyono Tjokrodimulyo penambahan serat ke dalam beton untuk memperbaiki kuat tarik belah beton, mengingat kuat tarik belah beton sangat rendah yang merupakan salah satu kelemahan dari beton itu sendiri. Kuat tarik belah yang rendah mengakibatkan beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton itu sendiri. Ditambahnya serat ke dalam beton ternyata dapat menjadi lebih tahan terhadap retak.

ACI (*America Concrete Institute*) memberikan definisi pada beton serat, yaitu suatu kontruksi yang tersusun dari bahan semen, agregat halus dan agregat kasar serta sejumlah kecil serat. Serat baja dapat berupa potongan–potongan kawat atau dibuat secara khusus dengan permukaan yang rata, bengkok atau lurus untuk memperkuat daya cengkram terhadap beton. Serat baja akan lebih awet di dalam beton atau lebih tahan terhadap korosi. perencanaannya dan pemakain di lapangan yang menjadi masalah pada penggunaan beton serat baja adalah masalah biaya, karena harga serat baja yang cukup mahal.

Beton serat baja telah banyak di aplikasikan pada kontruksi:

1. *Spillway* pada bendungan untuk mengurangi kerusakan akibat cavitasi.
2. Perkerasan jalan dan *runway* untuk mengurangi retak dan ketebalannya.
3. Lantai – lantai pada bangunan *power plant* untuk mengurangi retak akibat getaran dan mengurangi ketebalannya dll.

Pemakain bahan tambah serat bersifat untuk menambah kuat tarik belah pada beton dan mengurangi retak rambut (*micro crack*). Dengan adanya retak rambut lambat laun beton dapat di lalui udara atau air yang dapat membuat tulangan berkarat dan sangat mengurangi rasio luas permukaan tulangan, dengan sendirinya mengurangi ketahanan dari struktur beton itu sendiri. Sehingga akan menimbulkan biaya baru yang lebih besar untuk memperbaikinya di banding menggunakan beton serat.

Naaman dan Najm (1991) meneliti beton serat yang menggunakan serat baja. Penelitian ini menggunakan pull out serat baja dengan mortar semen. Dengan menggunakan tiga bentuk serat yang berbeda (lurus, deform dan berkait), penambahan *additife latex*, *fly ash* dan *microsilica. Serat-serat berkait dan deformed fibers* memiliki *pullout* resistance lebih tinggi dibandingkan

dengan serat baja yang lurus. Hal ini dikarenakan sumbangan mekanis dari serat berkait dan *deformed fibers* dalam hal pullout *resistance* bisa mencapai seratus kali dari serat lurus atau rata.

Soroushian dan Bayasi (1991) mengenai pengaruh perbedaan bentuk serat baja didalam beton yaitu lurus, bergelombang dan berkait dengan aspek rasio 60 volume serat sebesar 2%.Dalam penelitian beliau disimpulkan serat baja bergelombang menghasilkan nilai slump lebih baik dari serat lurus atau berkait.

Beton serat umumnya diaplikasikan pada penampang yang tebal, termasuk pelat, penambahan dimensi terhadap pelat eksisting dan aplikasi *shotcrete* untuk perlindungan beton. Serat kawat bendrat adalah bahan tambah berupa serat baja, yang mempunyai tujuan untuk memperbaiki kuat tarik belah beton. Pada saat ini sudah banyak yang menggunakan beton serat baja.

Menurut Soroushin dan Bayasi (1991), ada beberapa jenis serat baja (serat baja) yang sering di gunakan:

Bentuk serat baja (Serat baja)

- Bergelombang (crimped).
- Bergerigi (idented).
- Berkait (hoocked).
- Bundle (paddled).
- Double duo form.
- Kedua ujung di tekuk (enfarged end).
- Lurus (straight).
- Ordinary duo form.
- Tidak teratur (irrengular).

Penampang serat baja (serat baja cross section).

- Lingkaran/kawat (round/wire).
- Persegi / lembaran
- Tidak teratur / bentuk di lelehkan.
- Fiber di lekatkan bersama dalam satu ikatan.

- Serat Polypropelene
  Adalah salah satu jenis serat plastik. Sifat serat ini adalah tidak menyerap air semen, modulus elastisitas rendah, mudah terbakar, kurang tahan lama, dan titik lelehnya yang rendah.

- Serat Kaca
  Sifat serat ini adalah berat jenisnya rendah, modulus elastisitas kecil dan kurang tahan terhadap pengaruh alkali.

- Serat Asbestos
  Ditinjau dari harganya serat ini relatif murah. Kelebihan lainnya adalah tahan terhadap panas, sehingga sering digunakan untuk membuat asbes lembaran, pipa maupun genteng.

- Serat Kevlar
  Serat ini mempunyai modulus elastisitas dan kuat tarik yang tinggi, tetapi harganya mahal sehingga jarang digunakan.

- Serat Karbon
  Serat ini juga relatif mahal. Serat ini sering dipakai untuk beton yang harus mempunyai ketahanan terhadap retak yang tinggi.

- Serat Kawat
  Serat ini banyak tersedia di Indonesia dan harganya yang murah.

Dalam ACI Comitte 544 dikatakan bahwa semua material yang terbuat dari baja/ besi yang berbentuk fisik kecil / pipih dan

panjang dapat dimanfaatkan sebagai serat padabeton. Dalam ACI Comitte 544 secara umum fiber baja panjangnya antara 0,5 in (12,77mm) sampai 2,5 in (63,57 mm) dengan diameter antara 0,017 in (0,45 mm) sampai 0,04 in (1,0 mm).

Beton sangat tidak tahan terhadap tarik, sehingga pada perencanaan elemen struktur daerah tarik beton dipasang tulangan. Pada kondisi beban normal dimana keretakan beton belum terjadi maka elemen struktur akan tetap stabil. Tetapi pada beban yang besar kadang-kadang akan terjadi keretakan pada daerah tarik. Bila lebar / dalam retak cukup besar maka tulangan akan menjadi tidak terlindung, sehingga terjadi kontak dengan udara. Akibatnya korosi akan segera terjadi, yang dalam proses waktu tertentu akan mengurangi kekuatan struktur balok tersebut.

Penambahan serat kawat bendrat pada beton di antaranya adalah untuk mengatasi masalah di atas. Serat kawat bendrat pada beton akan berfungsi sebagai tulangan mikro yang disebarkan secara merata dengan orientasi acak, sehingga dapat mencegah atau mengurangi terjadinya retakan retakan beton akibat pembebanan maupun panas hidrasi.

Di dalam penelitian penulis menggunakan serat kawat bendrat yang mempunyai spesifikasi:

Tabel 1. Spesifikasi Serat Bendat

Panjang (l)	**60 mm**
Diameter (d)	1 mm
Ratio (l/d)	60
Perpanjangan Pada Saat Putus	5,5 %
Kuat Tarik	38,5 Mpa
Specific Gravity	7,70

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Setelah dilakukan analisa bahan, maka dapat dilakukan perhitungan campuran beton berdasarkan metode SNI.

Pekerjaan penelitian meliputi:

3.1. Pemeriksaan material

3.2. Pembuatan sampel

Silinder berdiameter Ø15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 76 benda uji dan balok ukuran 15x15x60 cm sebanyak 20 buah. Beton normal 19 buah silinder, balok 5 buah, 19 buah silinder, balok 5 buah untuk beton normal + kawat bendrat 5 %, 19 buah silinder, balok 5 buah untuk beton normal + kawat bendrat 10 %, 19 buah silinder, balok 5 buah untuk beton normal + kawat bendrat 15 %.

3.3. Pengadukan Campuran

Adukan beton yang telah merata dituang ke dalam tempat cetakan yang telah disiapkan,

sebelumnya cetakan telah diolesi dengan oli, dalam hal ini cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm dan balok ukuran 15x15x60 cm.

3.4. Pengetesan Sampel

Pengetesan sampel terbagi menjadi 2 yaitu

1. Percobaan *slump* ini dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan dari beton segar. Percobaan ini menggunakan alat antara lain Kerucut *Abrams* baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, tongkat baja dengan bagian ujungnya tajam, lempengan besi untuk meletakan Kerucut *Abrams* baja agar rata. Kerucut *Abrams* ke atas secara vertical, hitunglah besar penurunan dari beton tersebut setelah kerucut *Abrams* tersebut diangkat.



Gambar 2. Kerucut Abraham

2. Setelah melewati masa perawatan atau perendaman, benda uji perlu dikeluarkan untuk dipersiapkan guna test tekan silinder sesuai umur harinya (3, 7, 14, 21 dan 28 hari), kuat tarik belah umur 28 hari dan modulus elastisitas umur 28 hari.

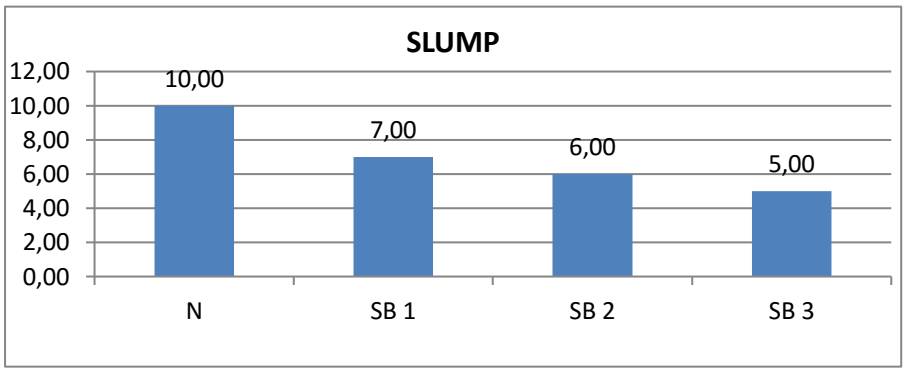
4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Uji Slump

Tabel 2**.** Hasil pengujian Slump

No	**Kode Benda uji**	**Tanggal** Pembuatan	**Slump (cm)**
1	N	04 april 16	10
2	SB 1	19 april 16	7
3	SB 2	26 april 16	6
4	SB 3	26 april 16	5

Hasil pengujian slump dilakukan untuk mengetahui kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) pada adukan beton, pada beton normal didapat hasil slump 10, sedangkan pada beton SB 1 di dapat hasil slump 7, SB 2didapat hasil slump 6 dan pada SB 3 didapat slump 5. Terlihat kecendrungan adanya penurunan slump pada beton serat seiring makin tingginya persentase pemakaian serat baja(Bendrat) walaupun tidak signifikan. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan luas permukaan disebabkan adanya tambahan material berupa serat baja(Bendrat).



Gambar 2. Hasil uji slump

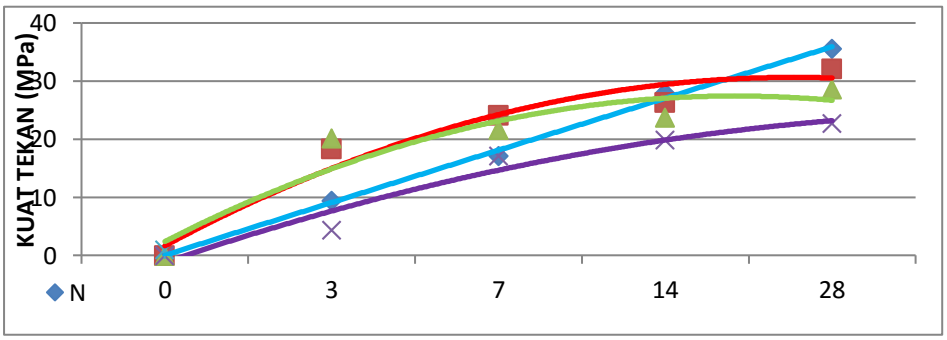
4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian dari kuat tekan dari masing-masing campuran *Kawat Bendrat* dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Normal + Kawat Bendrat

Umur	**Kuat Tekan**	**Kuat Tekan**	**Kuat Tekan**	**Kuat Tekan**
	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik	Karakteristik
	(MPa) Rata-Rata	(MPa) Rata-Rata	(MPa) Rata-Rata	(MPa) Rata-Rata
	Normal	SB 1	SB 2	SB 3
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	9,43	18,29	20,14	4,35
7	17,14	24,08	21,64	17,10
14	28,01	26,33	23,78	19,88
28	35,60	32,10	28,57	22,76

Dari penelitian di atas dapat ditarik suatu perbandingan bahwa untuk kuat tekan beton normal dengan beton normal yang ditambah dengan *serat bendrat* adalah hampir sama dalam mengalami kenaikan yang signifikan di tiap umur hari betonnya. Walaupun demikian ada perbedaan kekuatan pada masing-masing variasi beton. Adapun perbedaan kekuatan antara keduanya dapat di lihat dalam tabel berikut ini.

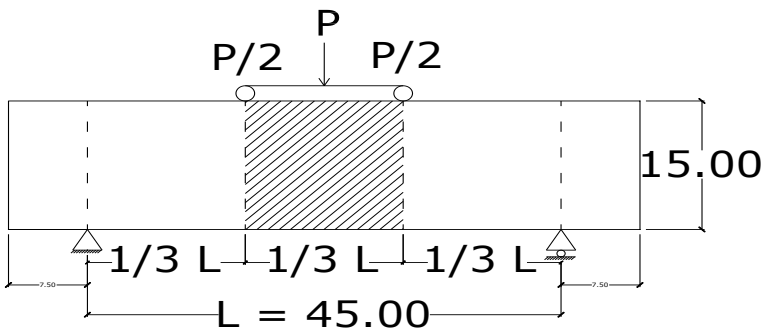


Gambar 3. Perbandingan Kuat Tekan Beton dan umur beton

4.3. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Di bawah ini rumus kuat lentur sesuai SNI 03-4431-1997 Sub Bab 2.2.3 apabila bidang retak berada di 1/3 bentang tengah (a) dengan dua beban:

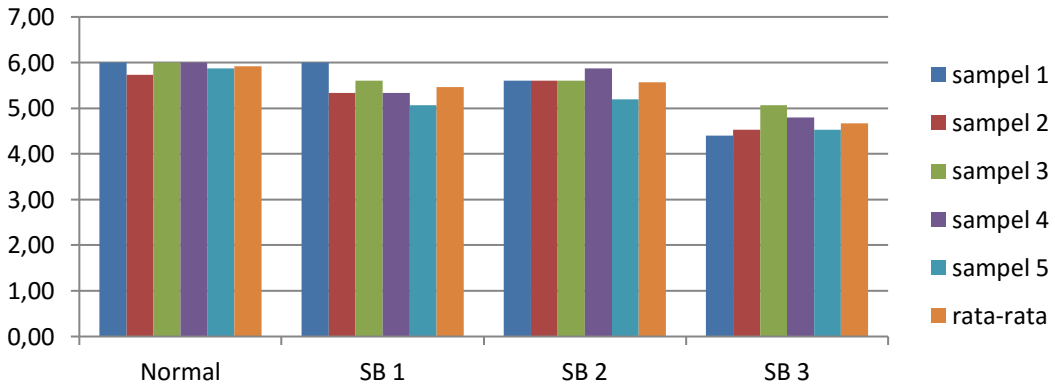


Gambar 4. Ilustrasi posisi balok pada saat pengujian kuat lentur

$$\sigma 1 = \frac{PL}{bh^2}$$

Dimana pada data tabel beton normal yang mendapatkan P sebesar 45 kN maka dengan rumus diatas didapat hasil sebesar 5,01 MPa. Adapun data dan hasil analisa pengujian kuat lentur selengkapnya adalah sebagai mana yang tertera di tabel halaman berikut:

Hasil pengujian kuat Lentur dari masing-masing campuran dapat dilihat pada grafik



Gambar 5. Perbandingan Pengujian Kuat Lentur Antar Variasi

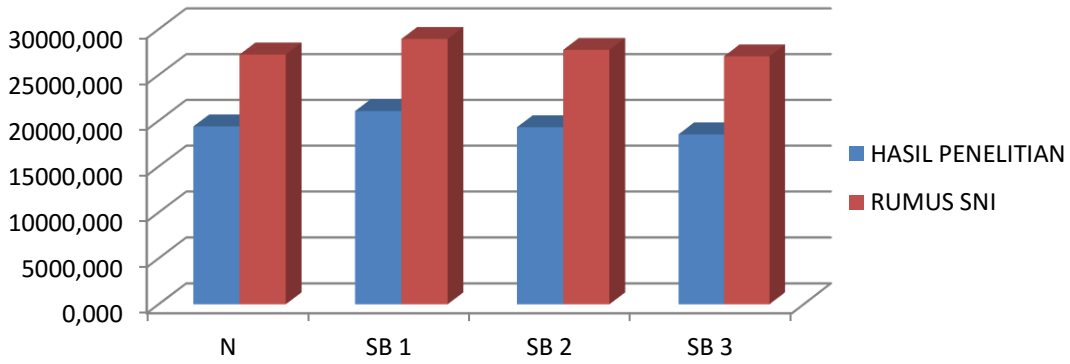
Dari hasil pengujian kuat lentur, dapat diketahui bahwa penambahan serat baja memberikan pengaruh yang negatif untuk kuat lentur, pada saat pengujian kuat lentur beton normal langsung patah menjadi dua sesaat menerima beban maksimum dan adanya suara yang keras sedangkan pada beton serat bendrat tidak patah, masih dapat menahan beban walaupun tidak maksimum pada saat di lakukan pembebanan ulang dan tidak menimbulkan suara yang keras.

Pada gambar 5 terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat lentur beton normal dengan beton serat bendrat. Untuk benda uji SB 1, adanya penurunan sebesar 21,07% dari 5,62 MPa menjadi 4,44 MPa, sedangkan terhadap benda uji SB 2 terjadi penurunan sebesar 19,80% dari 5,62 MPa menjadi 4,51 MPa dan terhadap benda uji SB 3 terjadi penurunan sebesar 33,74% dari 5,62 MPa menjadi 3,73 MPa. Pada tabel terlihat kecenderungan adanya peningkatan berat sample berbanding lurus dengan pemakaian serat bendrat, hal ini terjadi karena berat serat baja yang lebih berat daripada bahan pengisi lainnya.

4.4. Perbandingan Pengujian Kuat

Lentur Antar Variasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Hasil pengujian dari Modulus Elastisitas dari masing-masing campuran *Kawat Bendrat* dapat dilihat pada grafik



Gambar 6. Perbandingan Modulus Elastisitas Pengujian dan Perhitungan Teoritis

nilai modulus yang terjadi pada variasi beton dengan penambahan serat bendrat dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan. Penyebabnya sudah jelas terjadi akibat komposisi campuran yang beragam dengan penambahan serat bendrat Besaran nilai Modulus Elastisitas dari variasi yang diujikan dapat dilihat pada table lampiran.Menurunnya serat bendrat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dan analisis data terhadap kuat tekan, kuat lentur dan modulus elastisitas beton normal dan beton normal ditambah kawat bendrat berdampak negatif untuk variasi campuran 5%, 10%, 15% maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kawat bendrat dapat mengurangi *workability* walaupun tidak terlalu signifikan pada beton mutu normal.
2. Nilai kuat tekan beton dengan kawat bendrat dapat mencapai kuat tekan rencana meskipun kuat tekannya lebih rendah dari beton normal sebesar 35,959 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik pada benda uji SB 1 sebesar 32,103 MPa terjadi penurunan 9,81% dari beton normal, sedangkan nilai kuat karakteristik tekan pada benda uji SB 2 sebesar 28,571 MPa terjadi penurunan 19,73 % dari beton normal dan nilai kuat karakteristik tekan pada benda uji SB 3 sebesar 22,757 MPa terjadi penurunan sebesar 36,06% dari beton normal.
3. Penambahan kawat bendrat tidak berpengaruh terhadap nilai kuat lentur. Kuat lentur pada benda uji SB 1 terjadi penurunan sebesar 21,07 % dari beton normal, sedangkan pada benda uji SB 2 terjadi penurunan sebesar 19,80 % dari beton normal dan pada benda uji SB 3 terjadi penurunan kuat lentur optimum sebesar 33,74 %.
4. Penambahan kawat bendrat dalam campuran beton ternyata tidak berpengaruh terhadap nilai modulus elastisitas. Di mana nilai rata-rata modulus elastisitas pada benda uji N sebesar 19382,293 MPa, sedangkan menurut rumus SNI sebesar 27240,016 MPa, nilai rata-rata modulus elastisitas pada benda uji SB 1 sebesar 21066,863 MPa, sedangkan menurut rumus SNI sebesar 28941,861 MPa, sedangkan nilai rata-rata modulus elastisitas pada benda uji SB 2 sebesar 19290,953 MPa, sedangkan menurut rumus SNI sebesar 27743,768 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas pada benda uji SB 3 sebesar 18515,761 MPa, sedangkan menurut rumus SNI sebesar 27039,521 MPa.
5. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa penambahan serat bendrat memberikan dampak negatif untuk pengujian kuat tekan,kuat lentur, dan modulus elastisitas seperti hasil keempat kesimpulan di atas.

5. DAFTAR PUSTAKA

ASTM. 1993. *ASTM C33-92a **Concrete Aggregates***. Annual Book Of ASTM Standards Volume 04.02.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-7064-2004* ***Semen Portland Komposit.*** Jakarta: BSN.

Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan Pengembangan Pekerjaan Umum. 2002. ***Metode, Spesifikasi Dan Tata Cara bagian 3 Beton, Semen, Perkerasan Beton Semen.*** Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Laboratorium Bahan dan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. 2002. ***Pedoman Pelaksanaan Pratikum Beton.*** Pontianak.

Sukismo, 2015. ***Studi Experimental Pengaruh Penambahan Stell Fiber Terhadap Uji Kuat Tekan Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur pada Campuran Beton Mutuf'c 25 MPa****"*..

SNI 03 – 2834 – 2000, ***Metode Perhitungan Campuran Beton***

SNI 03-2461-2002. 2001. ***Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural***. Jakarta.

SNI 03-2847-2002. 2002. ***Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung***. Bandung.

SNI 03-4431-1997. 1997. ***Metode Pengujian Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan.***