

THE BENDING CAPACITY OF CONCRETE BEAM DUE TO ADDITION OF IRON FIBER (WASTE OF LATHE MACHINE)

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BESI (LIMBAH MESIN BUBUT) TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK BETON NORMAL

Samuel Layang¹, Wiratno²

^{1), 2)} Prodi. Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Palangka Raya, Kampus Unpar Tunjung Nyaho, Jl. H. Timang

e-mail : sammy_lg@yahoo.com

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of iron fibers (waste of lathe machine) to the capacity of flexure in normal concrete mix. This research uses test specimen of 15 pieces cylindrical (size 15 cm x 30 cm) and 9 lengths of beam (length x width x height: 60 cm x 15 cm x 15 cm). Concrete mix are designed complying to SNI 03-2834-2000 on Procedures Mix Concrete Manufacturing Plan for Normal. Concrete cylinders were tested at 28 days to get the actual compressive strength. Concrete beams were tested based on ISO 4431:2011 test method for flexural strength of normal concrete by two point loading at 28 days to obtain a flexural strength, fracture patterns that occur.

Based on the test results of concrete cylinders, the average value of compressive strength for each variation of the mixture is 14.58 MPa (fiber content 0%); 10.80 MPa (fiber content 8%); 13.60 MPa (the fiber content of 10%). Flexure testing results for each variation of the mixture was 1.87 MPa (fiber content 0%); 1.64 MPa (fiber content 8%); 1.78 MPa (fiber content 10%). The pattern of cracks that occur in all the beams show the same results that the crack caused by the bending effect. Cracks occurred in the middle of the beam span that starts from the bottom side experiencing gravity and move toward the top and finish with the breaking of the beam.

Keyword: Iron fiber, bending capacity, crack pattern

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat besi (limbah mesin bubut) terhadap kapasitas lentur balok pada campuran beton normal. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder (ukuran 15 cm x 30 cm) sebanyak 15 buah dan 9 buah balok (panjang x lebar x tinggi : 60 cm x 15 cm x 15 cm). Metode perencanaan beton yang digunakan berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Silinder beton diuji pada umur 28 hari untuk mendapatkan kuat tekan aktual. Balok beton diuji berdasarkan SNI 4431:2011 tentang cara uji kuat lentur beton normal dengan 2 titik pembebanan pada umur 28 hari untuk memperoleh kuat lentur, pola retak yang terjadi.

Berdasarkan hasil pengujian silinder beton, nilai rata-rata kuat tekan untuk setiap variasi campuran adalah 14,58 MPa (kadar serat 0%); 10,80 MPa (kadar serat 8%); 13,60 MPa (kadar serat 10%). Hasil pengujian lentur balok untuk setiap variasi campuran adalah 1,87 MPa (kadar serat 0%); 1,64 MPa (kadar serat 8%); 1,78 MPa (kadar serat 10%). Pola retak yang terjadi pada semua balok menunjukkan hasil yang sama yaitu retak terjadi akibat pengaruh lentur. Retak terjadi di tengah-tengah bentang balok yang dimulai dari sisi bawah yang mengalami gaya tarik dan bergerak ke arah atas dan diakhiri dengan patahnya balok.

Kata Kunci : Serat besi, kapasitas lentur, pola retak

PENDAHULUAN

Beton sebagai bahan bangunan mempunyai arti yang sangat penting dalam pekerjaan konstruksi. Hampir sebagian besar pekerjaan konstruksi menggunakan beton. Bahkan untuk struktur utama yang menggunakan baja sekalipun, masih menggunakan beton pada bagian pondasi. Beton tidak hanya digunakan pada gedung, melainkan juga pada pekerjaan jalan (perkerasan kaku/*rigid pavement*), jembatan (*bridge*), bangunan air (bendung, bendungan, saluran drainase).

Bertolak dari hal-hal di atas, tidaklah mengherankan jika perkembangan teknologi beton lebih cepat dibandingkan dengan material lainnya seperti baja atau kayu. Faktor lain yang menjadikan beton lebih populer adalah kemudahan dalam pekerjaan, mudah dibentuk dan yang terpenting memiliki ketahanan yang baik, dari segi kekuatan dan keawetan.

Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kelemahan terutama terhadap gaya tarik. Oleh karena itu untuk mengatasi hal ini, digunakan baja sebagai tulangan yang selanjutnya dikenal sebagai beton bertulang. Keistimewaan beton terletak pada kemampuan menerima gaya tekan. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh material pembentuknya yakni campuran semen, pasir dan kerikil. Untuk memperbaiki sifat-sifat beton dapat digunakan bahan tambahan (*admixture*) atau material lain seperti limbah.

Penggunaan limbah hasil pabrik atau industri pada campuran beton telah banyak digunakan, seperti penggunaan abu terbang (*fly ash*) yang merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap, pecahan kaca, tempurung kelapa, cangkang kelapa sawit, sekam padi dan serat besi dari limbah mesin bubut.

Pemanfaatan limbah-limbah tersebut pada campuran beton akan memberikan keuntungan, limbah tersebut tidak menjadi sampah tetapi mempunyai nilai guna untuk memperbaiki sifat-sifat beton, seperti kuat tekan beton. Agar limbah-limbah tersebut dapat digunakan secara luas, perlu dilakukan penelitian dengan penerapan pada struktur yang dikehendaki.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat besi (limbah mesin bubut) terhadap kapasitas lentur balok pada campuran beton normal.
2. Untuk mengetahui perbedaan kekuatan lentur antara balok yang menggunakan dan tidak menggunakan serat besi.
3. Untuk mengetahui pola retak yang terjadi pada balok yang menggunakan serat besi terhadap berat semen dalam campuran. Air yang digunakan dalam pembuatan beton sebaiknya air bersih yang dapat diminum. Peraturan Beton

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian beton menurut SNI 03-2847-2002 (tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung) adalah campuran antara semen portland (PC) atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Material utama penyusun beton adalah:

1. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat dalam campuran beton. Semen dapat berfungsi dengan baik jika bereaksi dengan air. Semen dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis. Semen non hidrolis adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air tetapi dapat mengeras di udara, contohnya kapur. Semen hidrolis adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras di dalam air, contohnya semen portland. Semen Portland (PC) dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium (CaO), silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃).

2. Agregat halus

Pasir merupakan agregat halus yang mempunyai ukuran diameter 1 mm-5 mm. Pasir yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Berbutir tagam dan keras
- b. Bersifat kekal, yaitu tidak mudah lapuk/hancur oleh perubahan cuaca
- c. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat keringnya
- d. Tidak boleh digunakan pasir laut

3. Agregat kasar

Kerikil merupakan agregat kasar yang mempunyai ukuran diameter 5 mm-40 mm. Sebagai pengganti kerikil dapat pula digunakan batu pecah. Kerikil yang digunakan sebagai bahan beton, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Bersifat padat dan keras
- b. Bersih dan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%
- c. Pada keadaan terpaksa dapat digunakan kerikil bulat

4. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen, untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya. Faktor air semen (FAS) perlu diperhatikan dalam campuran beton karena merupakan ukuran kekuatan beton. Faktor air semen dinyatakan dalam perbandingan berat air

Bertulang (PBI) 1971 menyatakan bahwa air yang digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton, tidak boleh mengandung minyak, asam,

alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan baja tulangan.

Balok

Beton kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi lemah dalam menahan gaya tarik. Oleh karena itu diberikan tulangan pada daerah tarik untuk menjamin agar struktur tidak mengalami keruntuhan. Sebuah balok beton dengan beban melintang dengan tulangan tarik akan mengalami tiga tahap yang berbeda sebelum keruntuhan terjadi (Jack C. McCormac, 2000), yaitu:

1. Tahap beton tanpa retak
Pada tahap ini, tingkat pembebanan masih kecil sehingga tegangan tarik masih lebih rendah daripada modulus keruntuhan. Seluruh penampang melintang balok menahan lentur dengan tekan pada satu sisi dan tarik pada sisi lainnya (Gambar 1)
2. Tahap beton mulai retak (tegangan elastis)
3.
Apabila beban terus ditingkatkan melampaui modulus keruntuhan balok, retak mulai terjadi di bagian bawah balok. Momen pada saat retak ini mulai terbentuk yaitu ketika tegangan tarik di bagian bawah balok sama dengan modulus keruntuhan. Jika beban terus ditingkatkan, retak ini mulai menyebar mendekati sumbu netral (Gambar 2)
4. Tahap keruntuhan balok (tegangan ultimit)
Jika beban terus bertambah sampai tegangan tekannya lebih besar daripada setengah $f'c$, retak tarik akan merambat lebih ke atas, demikian pula sumbu netral, sehingga tegangan beton tidak berbentuk garis lurus lagi (Gambar 3).

Kuat Lentur Beton

Kekuatan lentur merupakan kuat tarik beton tak langsung dalam keadaan lentur akibat momen (*flexure/modulus of rupture*). Dari pengujian kuat lentur dapat diketahui pola retak dan lendutan yang terjadi pada balok yang memikul beban lentur. (Amalia, 2009:7). Kuat lentur menurut SNI 4431:2011 (tentang cara uji kuat lentur beton normal dengan 2 titik pembebanan) adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas.

Untuk menghitung kuat lentur uji balok yang mana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_l = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (1)$$

dengan

$$\sigma_l = \text{kuat lentur benda uji (MPa)}$$

- P = beban tertinggi yang ditunjukkan mesin penguji (kg)
L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)
b = lebar tampak lintang benda uji (cm)
h = tinggi tampak lintang benda uji (cm)

Serat Besi

Salah satu kelemahan beton adalah lemah terhadap gaya tarik. Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan tulangan baja yang ditempatkan pada daerah yang mengalami tarik. Gabungan beton dan tulangan dikenal dengan beton bertulang. Selain menggunakan tulangan baja, dapat pula digunakan material sejenis yang mempunyai karakteristik hampir sama dengan baja, seperti serat besi limbah mesin bubut.

ACI (*American Concrete Institute*) *Committee* 544 menyatakan bahwa beton berserat diartikan sebagai beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan *additive*. Maksud utama penambahan serat dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton sangat mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas (Tjokrodimulyo, 1996).

METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat besi (limbah mesin bubut) terhadap kuat lentur balok beton normal, digunakan benda uji balok dan silinder yang diuji pada umur 28 hari. Metode perencanaan beton yang digunakan berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal dengan mutu beton rencana sebesar 17,5 MPa.

Serat yang digunakan adalah serat besi limbah mesin bubut dengan ukuran panjang ± 8 cm dan diameter $\pm 0,8$ mm yang ujungnya dibengkokkan. Adapun variasi kadar serat yang digunakan sebesar 0%, 8% dan 10% dari berat semen.

Pengujian benda uji dilakukan setelah beton kering. Silinder beton diuji dengan alat uji tekan, dengan mengukur kecepatan pembebanan agar konstan. Dari hasil pengujian ini akan diperoleh besarnya beban ultimit. Pengujian balok berdasarkan SNI 4431:2011 tentang cara uji kuat lentur beton normal dengan 2 titik pembebanan. Balok uji ditempatkan pada rangka penguji, dengan memastikan semua alat-alat telah terpasang dengan baik dan benar. Standar pengujian yang digunakan

adalah standar pengujian untuk kuat lentur. Pembebanan diberikan sampai balok patah (*failure*) pada tahap pembebanan ultimit

Dalam penelitian ini yang akan diteliti adalah tentang perilaku keruntuhan lentur balok yang menggunakan agregat kasar batu bulat dan agregat kasar batu pecah. Oleh karena itu variabel dalam penelitian ini adalah:

- Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah jumlah serat besi
- Variabel tak bebas (*dependent variable*) dalam penelitian ini yaitu kuat tekan, kapasitas lentur
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah perawatan dan pengujian benda uji silinder dan balok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat benda uji terlebih dahulu direncanakan *mix design* campuran beton yang sangat dipengaruhi oleh data sifat fisik agregat.

Campuran beton yang digunakan terdiri dari 3 variasi, yaitu 0%, 8 % dan 10 % serat besi limbah mesin bubut terhadap berat agregat kasar dengan perbandingan campuran (berdasarkan hasil *mix design*) semen : pasir: kerikil: air = (1,00): (2,31): (3,09): (0,56).

Kuat Tekan Silinder Beton

Nilai kuat tekan beton diperoleh dari hasil pengujian silinder beton (ukuran Ø15 cm, tinggi 30cm) pada umur 28. Kuat tekan campuran beton dengan kadar serat besi limbah mesin bubut 0%, memiliki nilai kuat tekan rata-rata yang tertinggi jika dibandingkan dengan variasi kadar serat yang lain. Untuk kadar serat besi 8% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 25,93 % dari kadar serat 0 % dan untuk kadar serat besi 10 % mengalami penurunan sebesar 6,68 % dari kadar serat 0 %.

Jika dibandingkan antara kadar serat 8% dan 10%, maka terjadi kenaikan kuat tekan. Dengan demikian masih ada kemungkinan kenaikan kuat tekan beton apabila kadar serat semakin besar, sehingga perlu dilakukan penelitian dengan variasi kadar serat besi yang lebih besar, sehingga dapat diketahui nilai optimum kadar serat besi limbah mesin bubut yang menghasilkan kuat tekan terbesar.

Kuat Lentur Balok

Kuat lentur balok diperoleh dari pengujian balok berukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm, tinggi 15 cm berdasarkan SNI 4431:2011 tentang cara uji kuat lentur beton normal dengan 2 titik pembebanan. Jumlah balok untuk masing-masing variasi 3 buah dengan total keseluruhan berjumlah 9 buah balok. Semua balok tersebut diuji pada umur 28 hari.

Kuat lentur balok beton dengan kadar serat besi 0% mempunyai nilai tertinggi jika dibandingkan

dengan balok beton dengan variasi serat besi 8% dan 10%. Jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan, hal ini memberikan hasil yang sama bahwa kuat tekan dan kuat lentur dengan kadar serat besi 0% mempunyai nilai tertinggi jika dibandingkan dengan 2 variasi serat besi lainnya. Demikian pula halnya dengan variasi serat besi 10% mempunyai nilai kuat lentur yang lebih besar jika dibandingkan dengan variasi serat besi 8% memiliki kecenderungan yang sama dengan nilai kuat tekan.

Dengan demikian hasil penelitian ini membuktikan bahwa kuat tekan beton mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur. Nilai kuat tekan berbanding lurus dengan kuat lentur, semakin besar nilai kuat tekan, maka kuat lentur balok beton akan semakin besar, demikian sebaliknya.

Hampir semua balok beton dengan variasi kadar serat besi 0% memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan 2 variasi lainnya. Hanya 1 balok variasi kadar serat 0% yang nilainya lebih kecil, yaitu dari balok dengan kadar serat 10%. Apabila dihitung penurunan kekuatan kuat lentur balok terhadap balok beton dengan variasi kadar serat 0%, maka untuk variasi campuran 8% mengalami penurunan sebesar 11,90% dan untuk variasi campuran 10% mengalami penurunan sebesar 4,76%.

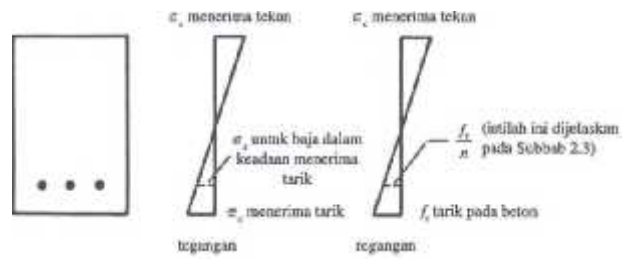
Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pengaruh penambahan serat besi (limbah mesin bubut) terhadap kapasitas lentur balok pada campuran beton normal. Hal ini jelas terlihat dari hasil kuat lentur balok yang menggunakan tambahan serat besi limbah mesin bubut mempunyai nilai kuat lentur yang lebih kecil jika dibandingkan dengan balok yang tidak menggunakan tambahan serat besi.

Pola Retak

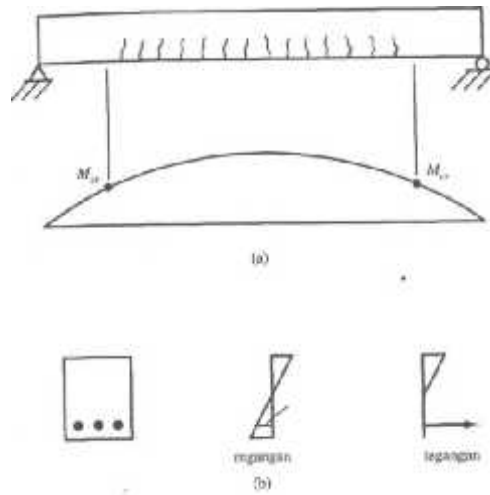
Pola retak yang terjadi pada semua balok menunjukkan hasil yang sama yaitu retak terjadi akibat pengaruh lentur. Hal ini dapat dilihat dari pola retak pada masing-masing balok. Retak terjadi di tengah-tengah bentang balok yang dimulai dari sisi bawah yang mengalami gaya tarik dan bergerak ke arah atas dan diakhiri dengan patahnya balok.

Rentang waktu dari awal terjadinya retak sampai dengan balok beton mengalami patah (*failure*) sangat pendek, sehingga tidak dapat diamati retak-retak sekunder. Jika ingin mendapatkan gambaran yang lebih jelas, perlu dikondisikan agar balok beton tidak cepat patah, salah satunya dengan cara memberikan tulangan pada daerah yang menerima gaya tarik.

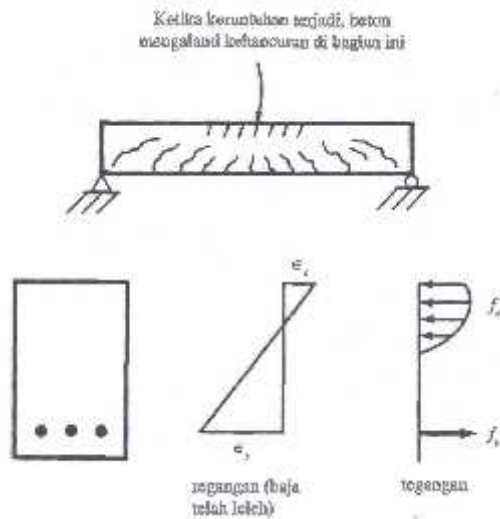
Pola retak digambar sesuai dengan kondisi aslinya, yaitu dengan cara membagi luas bidang bagian samping balok dengan jarak 5 cm, seperti terlihat pada foto balok setelah dilakukan pengujian lentur.



Gambar 1. Tahap Beton Tanpa Retak
(Jack C. McCormac : 40)



Gambar 2. Tahap Beton Mulai Retak
(Jack C. McCormac : 41)



Gambar 3. Tahap Tegangan Ultimit
(Jack C. McCormac : 42)

Tabel 1. Spesifikasi Benda Uji

Benda Uji	Dimensi	Jumlah
Silinder	Ø 15 cm x 30 cm	15 buah
Balok	(15 x 15 x 60) cm	9 buah

Tabel 2. Ringkasan Sifat Fisik Agregat

Parameter	Ag. Halus	Ag. Kasar
Gradasi butiran	Zona 2	Zona 2
Berat jenis (bulk)	2,31	3,02
Berat jenis SSD	2,42	3,05
Berat jenis semu	2,60	3,14
Penyerapan	4,8%	1,28%
Kadar air	4,8%	1,95%

Tabel 3. Berat Material Campuran Beton

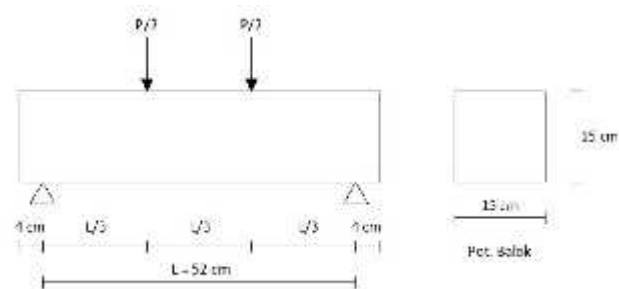
Variasi Camp.	Berat (kg)				
	Semen	Pasir	Kerikil	Air	Sera Besi
0 %	24,28	56,16	74,94	13,58	0
8 %	24,28	56,16	74,94	13,58	1,94
10%	24,28	56,16	74,94	13,58	2,43

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Pada Umur 28 Hari

No	Kadar Serat (%)	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Berat (kg)	Gaya Tekan Hancur (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	0	4/7/2016	1/8/2016	11,64	232	13,13	14,58
2				11,60	264	14,94	
3				11,76	228	12,90	
4				11,70	288	16,30	
5				11,70	276	15,62	
1	8	2/7/2016	30/7/2016	11,22	142	8,04	10,80
2				11,32	206	11,66	
3				11,20	214	12,11	
4				11,04	202	11,43	
5				11,40	190	10,75	
1	10	3/7/2016	31/7/2016	11,28	214	12,11	13,60
2				11,34	246	13,92	
3				11,50	258	14,60	
4				11,48	236	13,35	
5				11,46	248	14,03	

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Pada Umur 28 Hari

No	Kadar Serat (%)	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Berat (kg)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	0	4/7/ 2016	1/8/ 2016	30,64	13,00	1,73	1,87
2				31,44	14,00	1,87	
3				30,76	15,00	2,00	
1	8	2/7/ 2016	30/7/ 2016	29,38	12,00	1,60	1,64
2				30,28	12,50	1,67	
3				29,60	12,50	1,67	
1	10	3/7/ 2016	31/7/ 2016	30,02	13,50	1,80	1,78
2				29,62	13,00	1,73	
3				29,72	13,50	1,80	



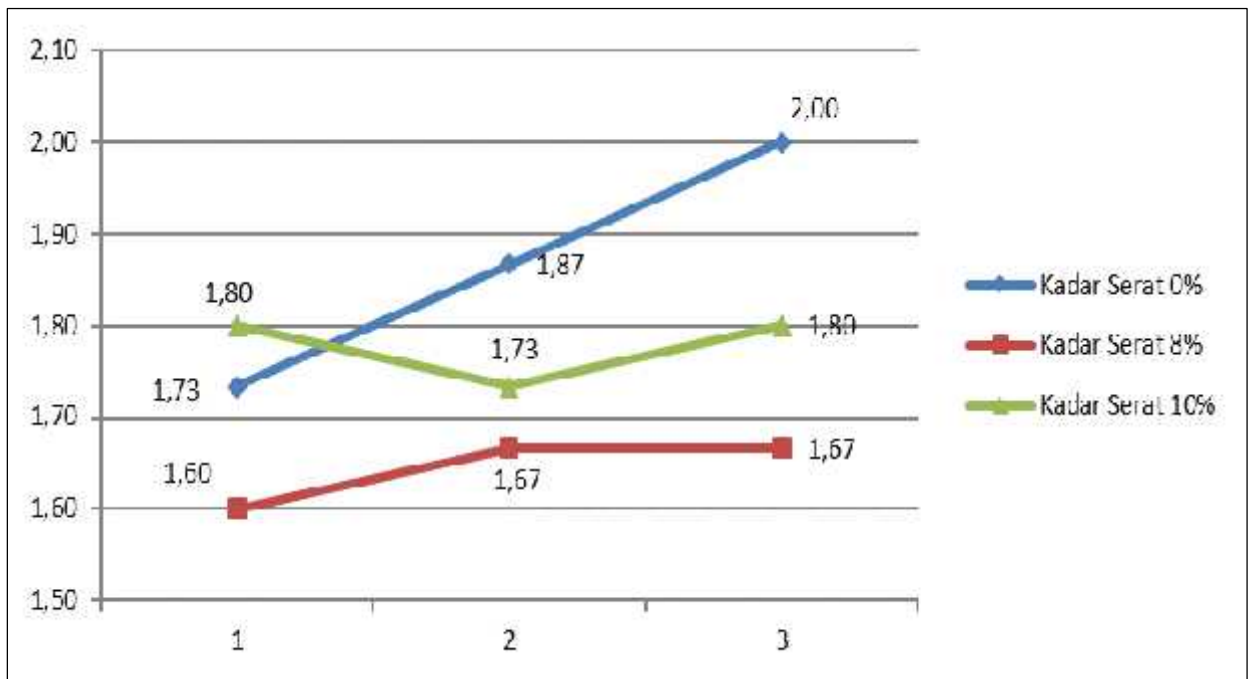
Gambar 4. Skema Pengujian Balok



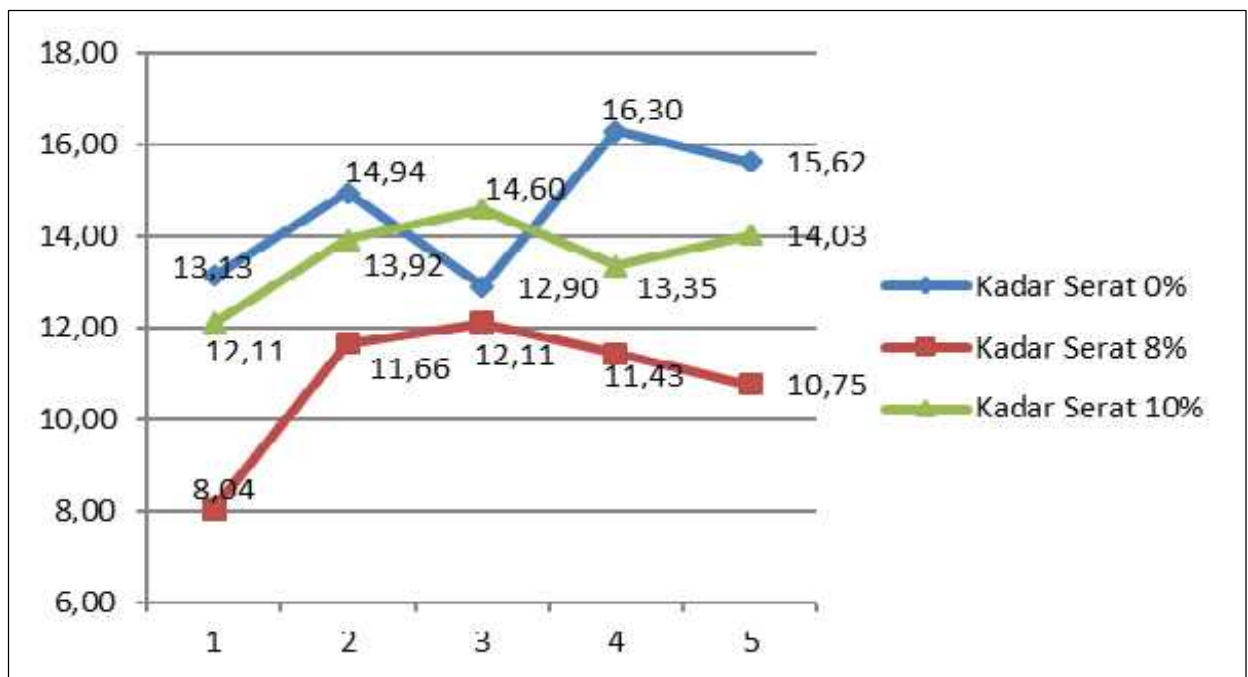
Gambar 5. Pengujian Silinder Beton



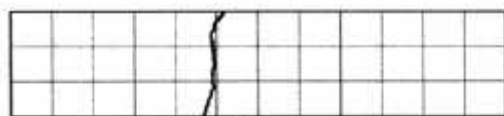
Gambar 6. Pengujian Lentur Balok



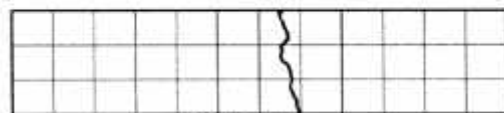
Gambar 7. Nilai Kuat Tekan Hasil Pengujian Silinder Beton



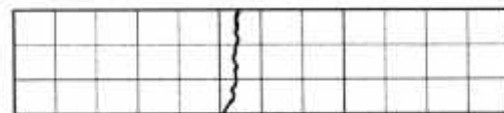
Gambar 8. Nilai Kuat Lentur Hasil Pengujian Balok



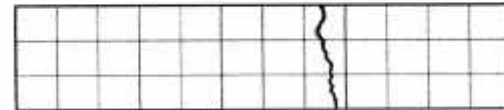
Sisi Depan



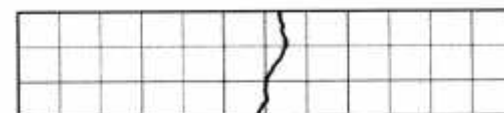
Sisi Belakang
Pola Retak Balok 1 (Kadar Serat Besi 0%)



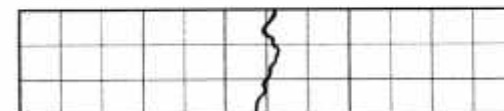
Sisi Depan



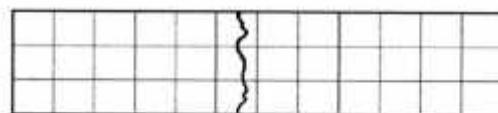
Sisi Belakang
Pola Retak Balok 2 (Kadar Serat Besi 0%)



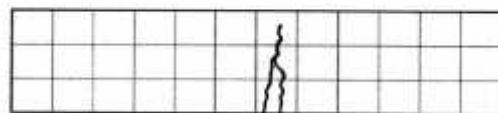
Sisi Depan



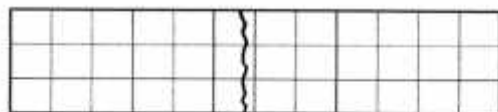
Sisi Belakang
Pola Retak Balok 3 (Kadar Serat Besi 0%)



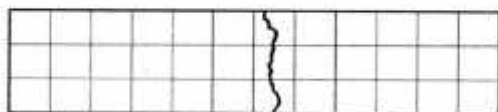
Sisi Depan



Sisi Belakang
Pola Retak Balok 1 (Kadar Serat Besi 8%)



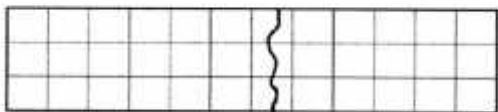
Sisi Depan



Sisi Belakang
Pola Retak Balok 2 (Kadar Serat Besi 8%)



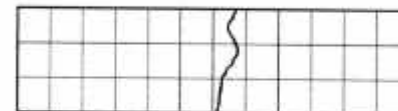
Sisi Depan



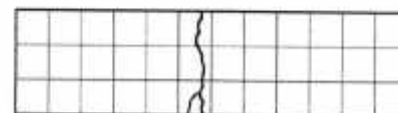
Sisi Belakang
Pola Retak Balok 3 (Kadar Serat Besi 8%)



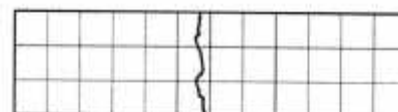
Sisi Depan



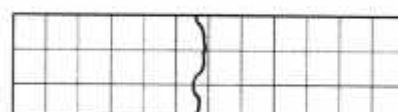
Sisi Belakang
Pola Retak Balok 1 (Kadar Serat Besi 10%)



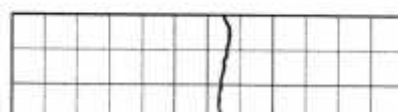
Sisi Depan



Sisi Belakang
Pola Retak Balok 2 (Kadar Serat Besi 10%)



Sisi Depan



Sisi Belakang
Pola Retak Balok 3 (Kadar Serat Besi 10%)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada pengujian sifat fisik agregat kasar diperoleh hasil yaitu, gradasi butiran masuk dalam zona 2; berat jenis 3,02, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) 3,05; berat jenis semu 3,14; penyerapan 1,28%; kadar air 1,95%.
2. Pada pengujian sifat fisik agregat halus diperoleh hasil yaitu, gradasi butiran masuk dalam zona 2; berat jenis 2,31; berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) 2,42; berat jenis semu 2,60; penyerapan 4,80%; kadar air 4,8%.
3. Berdasarkan hasil *mix design*, diperoleh nilai perbandingan teoritis campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air berturut-turut 1 : 2,31 : 3,07 : 0,58
4. Perbandingan aktual campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air berturut-turut 1 : 2,31 : 3,09 : 0,56.
5. Nilai rata-rata kuat tekan untuk setiap variasi campuran beton berturut-turut sebagai berikut 14,58 MPa (kadar serat 0%); 10,80 MPa (kadar serat 8%); 13,60 MPa (kadar serat 10%).
6. Nilai rata-rata kuat lentur balok untuk setiap variasi campuran beton berturut-turut sebagai berikut 1,87 MPa (kadar serat 0%); 1,64 MPa (kadar serat 8%); 1,78 MPa (kadar serat 10%).
7. Penggunaan serat besi limbah mesin bubut sebagai bahan tambah dalam campuran beton mempunyai pengaruh terhadap kuat lentur balok karena mengurangi nilai kuat lentur balok. Dalam penelitian ini balok dengan variasi kadar serat 0% mempunyai nilai rata-rata kuat lentur yang paling besar jika dibandingkan dengan variasi 8% dan 10%.
8. Pola retak yang terjadi pada semua balok menunjukkan hasil yang sama yaitu retak terjadi akibat pengaruh lentur. Hal ini dapat dilihat dari pola retak pada masing-masing balok. Retak terjadi di tengah-tengah bentang balok yang dimulai dari sisi bawah yang mengalami gaya tarik dan bergerak ke arah atas dan diakhiri dengan patahnya balok.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi kadar serat besi yang lebih besar, sehingga dapat diketahui nilai optimum kadar serat besi limbah

mesin bubut yang menghasilkan kuat tekan terbesar.

2. Untuk mendapatkan gambaran pola retak yang lebih baik perlu dipasang tulangan pada daerah yang mengalami gaya tarik agar keruntuhan tidak berlangsung dalam waktu yang singkat.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan model balok yang memiliki bentang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni Ali, 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-4154-1996, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung*.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 4431:2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000, *SNI 03-2834-2000 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Hendri, S. A, 2011, *Studi Perilaku Susut dan Kuat Tekan pada Beton dengan Menggunakan Kawat Bendrat*. Diunduh pada tanggal 15 Agustus 2014, dari [https://www.google.com/lib.ui.ac.id/file?file=digital/20211123-S137-Studi 20%perilaku.pdf](https://www.google.com/lib.ui.ac.id/file?file=digital/20211123-S137-Studi%20%perilaku.pdf).
- Jack C. McCormac, 2000, *Desain Beton Bertulang Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Murdock., Brook, 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Diterjemahkan Oleh : Stephanus Hindarko., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nasution, 2009, *Analisa dan Desain Struktur Beton Bertulang*, Penerbit ITB, Bandung.
- Nawy E. G., 1989, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Diterjemahkan Oleh: Bambang Suryoadmono B., PT. Refika Aditama, Bandung.
- Tim Penyusun, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung : SNI 03 - 2847 - 2002*, ITS Press, Surabaya.
- Vansprik, 2015, *Pengaruh Penambahan Serat Besi Limbah Mesin Bubut Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton*