

# Pengaruh Penggantian Agregat Halus dengan Serutan Karet Ban Bekas pada Kuat Lentur Beton

*Effect of Fine Aggregate Replacement with Used Rubber Tire Crumb on Concrete Flexural Strength*

**Fadel Ikhsan Mahendra, Restu Faizah, Guntur Nugroho**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Struktur yang berpengaruh dalam konstruksi bangunan salah satunya adalah beton. Banyak para peneliti yang mengganti campuran pembuatan beton dengan bahan material yang di hasilkan dari limbah, seperti limbah ban, limbah plastik, dan lain-lain. Pemanfaatan campuran beton menggunakan limbah ban bekas bermaksud dapat mengurangi dan membatasi perusakan sistematis alam. Penelitian ini menerapkan penggunaan limbah karet ban sebagai pengganti agregat halus untuk mendapatkan hasil kuat lentur dengan variasi serutan ban 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % pada beton  $f_c' 35$  MPa dan  $f_c' 17$  MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat lentur balok dengan kadar serutan karet ban bekas sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % berturut-turut untuk beton 35 MPa adalah 4,721 MPa, 4,702 MPa, 3,784 MPa, 2,735 MPa, 2,449 MPa. Sedangkan untuk beton 17 MPa adalah 4,112 MPa, 2,306 MPa, 2,054 MPa, 1,800 MPa, 1,003 MPa. Berdasarkan analisis kuat lentur terhadap beton mutu  $f_c' 35$  MPa dan  $f_c' 17$  MPa dapat dikatakan bahwa penggunaan serutan karet ban sebagai pengganti agregat halus dapat digunakan namun lebih baik jika digunakan pada beton mutu  $f_c' 35$  MPa dengan variasi serbuk ban sebanyak 5 %.

Kata kunci : beton, kuat lentur, serutan karet ban, dan variasi.

**Abstract.** *The structure that affects building construction is concrete. Many researchers are replacing concrete mixtures with materials produced from waste, such as tire waste, plastic waste, and others. The use of concrete mixtures using used tire waste is intended to reduce and limit the systematic destruction of nature. This study applies the use of tire rubber waste as a fine aggregate substitute to obtain the results of flexural strength with variations in rubber tire crumb 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% in  $f_c' 35$  MPa and  $f_c' 17$  MPa concrete. The results showed that the beam flexural strength with used rubber rubber shavings was 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% respectively for 35 MPa concrete was 4.721 MPa, 4.702 MPa, 3.784 MPa, 2.735 MPa, 2.449 MPa. While for the 17 MPa concrete is 4.112 MPa, 2.306 MPa, 2.054 MPa, 1,800 MPa, 1.003 MPa. Based on the flexural strength analysis of  $f_c' 35$  MPa and  $f_c' 17$  MPa quality concrete it can be said that the use of tire rubber shavings as a substitute for fine aggregates can be used but better if used on  $f_c' 35$  MPa quality with a variation of 5% rubber tire crumb.*

*Keywords : concrete, flexural strength, rubber tire crumb, and variety.*

## 1. Pendahuluan

Struktur yang berpengaruh dalam konstruksi bangunan salah satunya adalah beton. Beton adalah bahan material yang sering digunakan untuk struktural di Indonesia dibanding material yang lainnya seperti baja. Bahan struktur ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan bahan yang lain, antara lain mempunyai kekuatan yang tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi, bahan baku mudah didapat, harga yang lebih murah di banding dengan baja, umurnya tahan lama.

Menurut Tjokrodimulyo (2007) beton merupakan suatu bahan campuran dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton tergantung dari kualitas masing-masing material yang membentuk. Dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, banyak para peneliti yang mengganti campuran pembuatan beton dengan bahan material yang di hasilkan

dari limbah, seperti limbah ban, limbah plastik, abu terbang (*Fly Ash*), dan lain-lain. Pemanfaatan campuran beton menggunakan limbah ban bekas bermaksud dapat mengurangi dan membatasi perusakan sistematis alam, disebabkan oleh pembakaran limbah karet ban yang dapat menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan karbon monoksida (CO). Di aspek lain agregat campuran beton yang berasal dari sumber daya alam sebaiknya juga harus dibatasi.

Oleh karena itu perlu untuk pemanfaatan limbah ban bekas ini, salah satunya penggunaan limbah karet ban yang sudah diubah menjadi serutan ban untuk pengganti agregat halus (pasir) nantinya dalam campuran beton. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kualitas mutu beton dan sekaligus alternatif pemanfaatan limbah karet ban bekas dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat ban bekas yang sulit terurai.

## 2. Tinjauan Pustaka

Nastain dan Maryoto. (2010) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat ban limbah terhadap peningkatan kekuatan lentur dan kuat tekan perkerasan kaku. Berdasarkan penelitian ini serat ban dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif terobosan baru pemanfaatan limbah dan sekaligus untuk peningkatan kualitas perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Najib dan Nadia. (2014) melakukan penelitian mengenai mencari besarnya kuat tekan beton dengan penambahan potongan ban bekas sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar pada beton. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar penambahan potongan ban maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan, sedangkan semakin sedikit kadar penambahan potongan ban maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

Rompas dkk. (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh AAT terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas. Berdasarkan penelitian ini menunjukkan semakin tinggi prosentase AAT maka semakin rendah workability beton segar.

Pane dkk. (2015) melakukan penelitian ini untuk membandingkan hubungan antara kuat tarik lentur beton dan kuat tekan beton. Berdasarkan hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik lentur pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik lentur yang dihasilkan semakin besar pula.

Rahmi dkk. (2015) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi serat ampas tebu terhadap kuat tekan, kuat lentur, porositas dan densitas beton. Berdasarkan penelitian ini penambahan ampas tebu menurunkan porositas dan densitas pada beton.

## 3. Landasan Teori

### *Beton*

Beton merupakan suatu material campuran yang terdiri dari pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), semen, air dan dengan atau bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar (Yuhanah, Tri, Dkk, 2018).

### *Serutan Ban*

Serutan ban adalah limbah ban karet yang sudah tidak terpakai/bekas yang sudah diolah dengan cara diserut. Penggunaan serutan karet ban ini diyakini dapat memperbaiki sifat beton yang getas. Karet ban dapat memberikan sifat elastis dan mencegah retak karena memiliki modulus elastisitas 0,77-1,33 MPa. Penggunaan karet ban yang digunakan pada penelitian untuk campuran beton adalah serutan ban yang lolos ukuran saringan No.4 ( 4,75 mm) sesuai dengan ukuran agregat halus.

### *Slump Beton*

Slump beton adalah penurunan ketinggian pada permukaan atas adonan beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat (SNI 1972:2008).

### *Kuat Lentur*

Kuat lentur adalah kemampuan pada beton balok yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya arah tegak

lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepada benda uji, sampai pada akhirnya mengalami uji patah, yang dinyatakan dalam *Mega Pascal* (MPa) gaya persatuan luas (SNI 4431:2011). Menurut (SNI 4154:2014) hasil pengujian kuat lentur dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 sebai berikut ini.

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

R = modulus rutuh (MPa)

P = beban maksimum yang diterapkan ditunjukkan oleh mesin uji (N)

L = panjang bentang (mm)

b = lebar rata-rata spesimen di daerah runtuh (mm)

d = tinggi rata-rata spesimen di daerah runtuh (mm)

#### 4. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan uji eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknologi dan Bahan konstruksi, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa balok dengan dimensi 15 cm x 60 cm x 15 cm. Benda uji terdiri dari 2 jenis yaitu beton dengan kuat rencana  $f_c'$  35 MPa dan beton dengan kuat rencana  $f_c'$  17 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *slump* pada dengan kadar serutan ban bekas sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % berturut-turut untuk beton 35 MPa adalah 8 cm, 8 cm, 10 cm, 10 cm, 11,5 cm, sedangkan untuk beton 17 MPa adalah 10 cm, 11 cm, 11 cm, 11,5, dan 12 cm.

#### Pengujian Material Agregat

Pemeriksaan material agregat beton dilakukan untuk mengetahui apakah material tersebut layak atau tidak digunakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil pengujian agregat halus

Pengujian	Hasil pengujian	Satuan
Berat jenis curah	2,28	-
Berat jenis jenuh kering muka	2,46	-
Berat jenis tampak	2,80	-
Penyerapan air	8,13	%
Kadar lumpur	4,4	%
Modulus halus butir (MHB)	2,61	-

Tabel 2 Hasil pengujian agregat kasar

Pengujian	Hasil pengujian	Satuan
Berat jenis curah	2,83	-
Berat jenis jenuh kering muka	2,925	-
Berat jenis tampak	3,145	-
Penyerapan air	3,66	%

#### Mix Design

Penelitian ini menggunakan perencanaan *mix design* beton dengan (SNI 7656:2012) dan persyaratan pada (SNI 2847-2013).

Dengan hasil berat komposisi material untuk 1 m<sup>3</sup> pada beton  $f_c'$  35 MPa adalah sebagai berikut ini.

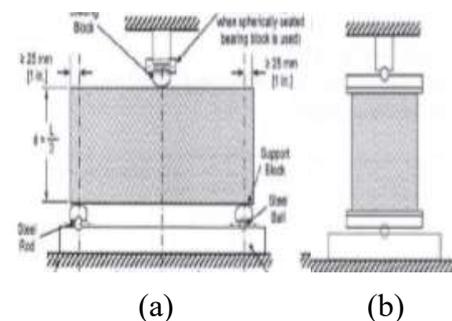
1. Berat air = 148,11 gr
2. Berat semen = 578,22 gr
3. Berat agregat halus (pasir) = 873,88 gr
4. Berat agregat kasar (kerikil) = 1083,85 gr

Sedangkan hasil berat komposisi material untuk 1 m<sup>3</sup> pada beton  $f_c'$  17 MPa adalah sebagai berikut ini.

1. Berat air = 126,89 gr
2. Berat semen = 316,94 gr
3. Berat agregat halus (pasir) = 1303,13 gr
4. Berat agregat kasar (kerikil) = 1083,85 gr

#### Pengujian Kuat Lentur

Pengujian pada benda uji dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan *Flexural machine test* merek *Hung ta* yang dibebani terpusat langsung seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Sketsa pengujian kuat lentur, (a) tampak samping (b) tampak depan

#### 5. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium didapatkan hasil kuat lentur pada

umur 28 hari. Hasil pengujian disajikan pada Tabel berikut ini.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat lentur pada beton

$f_c'$ 35 MPa			
No benda uji	Kadar serbuk ban (%)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)
PG 35/1	0	28	4.721
PG 35/2	5	28	4.702
PG 35/3	10	28	3.784
PG 35/4	15	28	2.735
PG 35/5	20	28	2.449

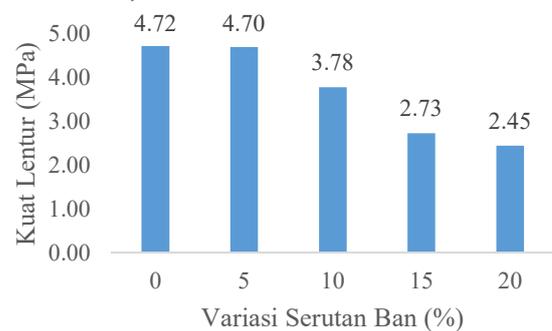
Tabel 4 Hasil pengujian kuat lentur pada beton

$f_c'$ 17 MPa			
No benda uji	Kadar serbuk ban (%)	Umur benda uji (Hari)	Kuat lentur (MPa)
PG 17/1	0	28	4.112
PG 17/2	5	28	2.306
PG 17/3	10	28	2.054
PG 17/4	15	28	1.800
PG 17/5	20	28	1.003

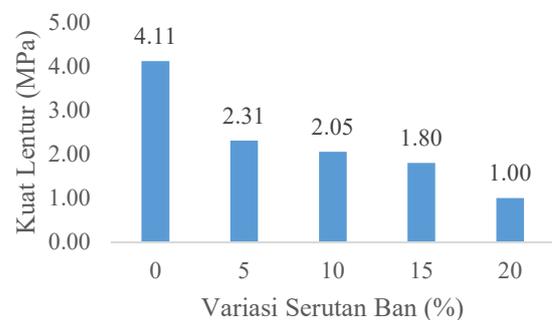
#### **Hubungan Kuat Lentur Pada beton $f_c'$ 35 MPa dan Pada Beton $f_c'$ 17 MPa Terhadap Variasi Serutan Ban**

Pengujian yang dilakukan pada beton  $f_c'$  35 MPa menunjukkan bahwa penurunan nilai kuat lentur beton tanpa variasi dengan beton variasi serutan ban 5 % seperti yang terlihat di Gambar 2 tidak terlalu mengalami penurunan yang signifikan. Berbeda dengan beton tanpa variasi dengan beton variasi 10 %, 15 %, dan 20 % mengalami penurunan yang signifikan. Pengujian yang dilakukan pada beton  $f_c'$  17 MPa seperti yang terlihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa penurunan nilai kuat lentur beton tanpa variasi dengan beton variasi serutan ban 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % mengalami penurunan yang signifikan. Hasil pengujian ini didapatkan nilai kuat lentur pada beton  $f_c'$  35 MPa dengan variasi serutan ban 0 % sebesar 4,721 MPa, variasi serutan ban 5 % sebesar 4,702 MPa, variasi serutan ban 10 % sebesar 3,784 MPa, variasi serutan ban 15 % sebesar 2,735 MPa, dan variasi serutan ban 20 % sebesar 2,449 MPa. Sedangkan hasil pengujian yang didapatkan nilai kuat lentur pada beton  $f_c'$  17 MPa dengan variasi serutan ban 0 % sebesar 4,112 MPa, variasi serutan ban

5 % sebesar 2,306 MPa, variasi serutan ban 10 % sebesar 2,054 MPa, variasi serutan ban 15 % sebesar 1,800 MPa, dan variasi serutan ban 20 % sebesar 1,003 MPa.



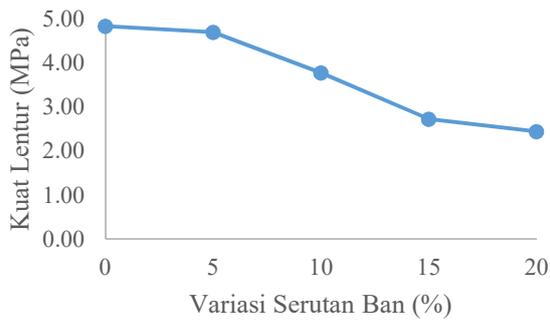
Gambar 2 Hubungan kuat lentur dan variasi serutan ban pada beton  $f_c'$  35MPa



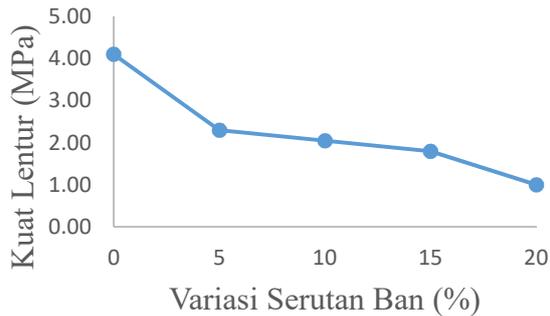
Gambar 3 Hubungan kuat lentur dan variasi serutan ban pada beton  $f_c'$  17 MPa

#### **Pengaruh Kuat Lentur Pada beton $f_c'$ 35 MPa dan Pada Beton $f_c'$ 17 MPa Terhadap Variasi Serutan Ban**

Pengujian yang dilakukan pada beton menunjukkan bahwa semakin besar presentase variasi serutan ban yang digunakan untuk pengganti agregat halus maka semakin rendah kuat lentur yang dihasilkan, sedangkan semakin sedikit presentase variasi serutan ban untuk pengganti agregat halus maka semakin tinggi kuat lentur yang dihasilkan. Hasil pengujian pada beton  $f_c'$  35 MPa dengan variasi serutan ban 0 % memiliki nilai kuat lentur sebesar 4,721 MPa, sedangkan variasi serutan ban 20 % memiliki nilai kuat lentur sebesar 2,449 MPa seperti pada Gambar 4. Hasil pengujian pada beton  $f_c'$  17 MPa dengan variasi serutan ban 0 % memiliki nilai kuat lentur sebesar 4,112 MPa, sedangkan variasi serutan ban 20 % memiliki nilai kuat lentur sebesar 1,003 MPa seperti pada Gambar 5.



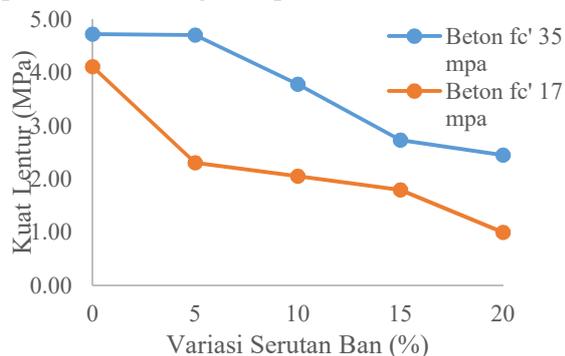
Gambar 4 Pengaruh variasi serutan ban terhadap kuat lentur beton  $f_c' 35$  MPa



Gambar 5 Pengaruh variasi serutan ban terhadap kuat lentur beton  $f_c' 17$  MPa

### Perbandingan Kuat Lentur Beton $f_c' 35$ MPa Dengan $f_c' 17$ MPa

Pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa besarnya kuat lentur pada beton  $f_c' 35$  MPa lebih besar dibanding hasil kuat lentur pada beton  $f_c' 17$  MPa pada umur 28 hari. Selain itu banyaknya variasi presentase serutan ban pada campuran beton mempengaruhi hasil kuat lentur. Hasil perbandingan kuat lentur pada beton disajikan pada Gambar 6



Gambar 6 Perbandingan kuat lentur beton  $f_c' 35$  MPa dengan beton  $f_c' 17$  MPa

### 6. Kesimpulan

Hasil penelitian pengujian beton dengan variasi kadar serutan ban 0 %, 5 %, 10 %, 15 %,

dan 20 % sebagai pengganti agregat halus disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan nilai kuat lentur pada beton  $f_c' 35$  MPa dengan variasi serutan ban 0 % sebesar 4,721 MPa, variasi serutan ban 5 % sebesar 4,702 MPa, variasi serutan ban 10 % sebesar 3,784 MPa, variasi serutan ban 15 % sebesar 2,735 MPa, dan variasi serutan ban 20 % sebesar 2,449 MPa.
2. Berdasarkan hasil pengujian ini didapatkan nilai kuat lentur pada beton  $f_c' 17$  MPa dengan variasi serutan ban 0 % sebesar 4,112 MPa, variasi serutan ban 5 % sebesar 2,306 MPa, variasi serutan ban 10 % sebesar 2,054 MPa, variasi serutan ban 15 % sebesar 1,800 MPa, dan variasi serutan ban 20 % sebesar 1,003 MPa.
3. Berdasarkan analisis kuat lentur terhadap beton mutu  $f_c' 35$  MPa dan  $f_c' 17$  MPa dapat dikatakan bahwa penggunaan serutan ban sebagai pengganti agregat halus dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus, namun penggunaan serutan ban sebagai pengganti agregat halus lebih baik jika digunakan pada beton mutu  $f_c' 35$  MPa dengan variasi serutan ban sebanyak 5 %.

### 7. Daftar Pustaka

- BSN, 2008, SNI 1972:2008 Cara uji slump beton, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, 2011, SNI 4431:2011 Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, 2012, SNI 7656:2012 Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN, 2013, SNI 2847:2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

- BSN, 2014, SNI 4154:2014 Metode uji kekuatan lentur beton ( menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang ), Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Najib, M, A., dan Nadia., 2014, Beton Normal Dengan Menggunakan Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Kasar, Jurnal Kontruksi, Vol 6, No 1.
- Nastain dan Maryoto, Agus., 2010, Pemanfaatan Pemotongan Ban Bekas Untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku, Dinamika Rekayasa, Vol 6, No 1.
- Pane, F, P., Tanudjaja, H., dan Windah, R, S., 2015, Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kuat Tekan Beton, Jurnal Sipil Statik, Vol 3, No 5.
- Rahmi, A, S., Hamdani, Sri., dan Mulyadi, Sri., 2015, Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton K-350, Jurnal Fisika Unand, Vol 6, No 1.
- Rompas, G, P., Pangouw, J, D., Pandaleke, R., dan Mangare., 2013, Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton di Tinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas, Jurnal Sipil Statik, Vol 1, No 2.
- Tjokrodimuljo, K. 2007. Teknologi Beton. Biro Penerbit Teknik Sipil keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Yuhanah, T., Iduwin, T., dan Wicaksono, B., 2018, Pengaruh Fly Ash dengan Penambahan Cacahan Karet, Silica Fume dan Superplasticizer Terhadap Beton, Jurnal Forum Mekanika, Vol 7, 1-58.