

## **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK SANDAL KARET TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON**

**Mohammad Harun Ar rasyid<sup>1)</sup>, Diah Sarasanty<sup>2)</sup>**  
Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Majapahit  
Email : [harunrisa2831@gmail.com](mailto:harunrisa2831@gmail.com)<sup>1)</sup>, [diahsarasanty@gmail.com](mailto:diahsarasanty@gmail.com)<sup>2)</sup>

### **Abstrak**

*Perkembangan industri di Indonesia saat ini sangat baik dan menghasilkan produk yang berkualitas. Selain itu, tidak tertutup kemungkinan hasil kegiatan industri tersebut menghasilkan limbah yang dapat menyebabkan kerusakan sumber daya alam. Beton merupakan suatu bahan konstruksi untuk pekerjaan sipil yang memegang peranan penting dalam pembangunan berbagai struktur seperti gedung, jembatan, menara, jalan dan sebagainya. Kelemahan beton adalah rendahnya kemampuan menahan beban tarik, karena beton merupakan bahan yang getas. Salah satu upaya untuk menutupi kelemahan tersebut adalah dengan menambahkan limbah serbuk sandal karet sebagai penyusun beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumber pengetahuan dan pemahaman tentang pemanfaatan limbah industri sehingga dapat dijadikan sebagai elemen struktur serta dapat meminimalisir pemakaian material alam. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. beton normal dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 20% Limbah serbuk sandal karet pada agregat halus, dan akan diuji pada umur pakai beton 7, 14, dan 28 hari. Nilai Kuat tekan dan Kuat tarik lentur beton akan semakin menurun seiring bertambahnya jumlah limbah serbuk sandal karet yang disubstitusikan terhadap pasir. Kuat tarik lentur beton kombinasi 2 (10%) meningkat sebesar 5,38% dari beton normal. Sedangkan kombinasi 5% tidak mengalami peningkatan dibandingkan beton normal. Namun kuat tekan dan kuat lentur beton telah memenuhi target pada umur 28 hari.*

**Kata Kunci :** Kuat Tarik Lentur, Kuat Tekan, Limbah Serbuk Sandal Karet

### **Pendahuluan**

Perkembangan industri di Indonesia saat ini sangat baik dan menghasilkan produk yang berkualitas. Kegiatan industri merupakan salah satu unsur penting dalam menunjang pembangunan guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi, yang diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat Indonesia. Selain itu, tidak tertutup kemungkinan hasil kegiatan industri tersebut menghasilkan limbah dan pencemaran lingkungan serta dapat menyebabkan kerusakan sumber daya alam. Oleh karena itu, perlu adanya penanggulangan yang efisien, yaitu dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan yang bermanfaat. [1]

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi untuk pekerjaan sipil yang memegang peranan penting dalam konstruksi berbagai struktur seperti gedung, jembatan, menara, jalan dan sebagainya. Beton banyak diminati karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harga yang relatif murah, kekuatan yang baik, mudah diperoleh, tahan lama, dan tahan api. [2]

Kebutuhan beton yang menjadi pilihan utama konstruksi semakin tinggi, sedangkan material yang biasa digunakan seperti semen, pasir, dan agregat semakin menipis seiring berjalannya waktu. Sehingga perlu adanya penelitian dan eksperimen terhadap material beton yang ramah lingkungan dan salah satunya adalah pemanfaatan limbah sebagai pengganti penyusun beton. Secara struktural, beton memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan gaya tekan. Kelemahan beton adalah rendahnya kemampuan menahan beban tarik, karena beton merupakan bahan yang getas. Sifat beton yang getas menyebabkan beton segera retak apabila mendapat gaya tarik yang terlalu besar. [3]

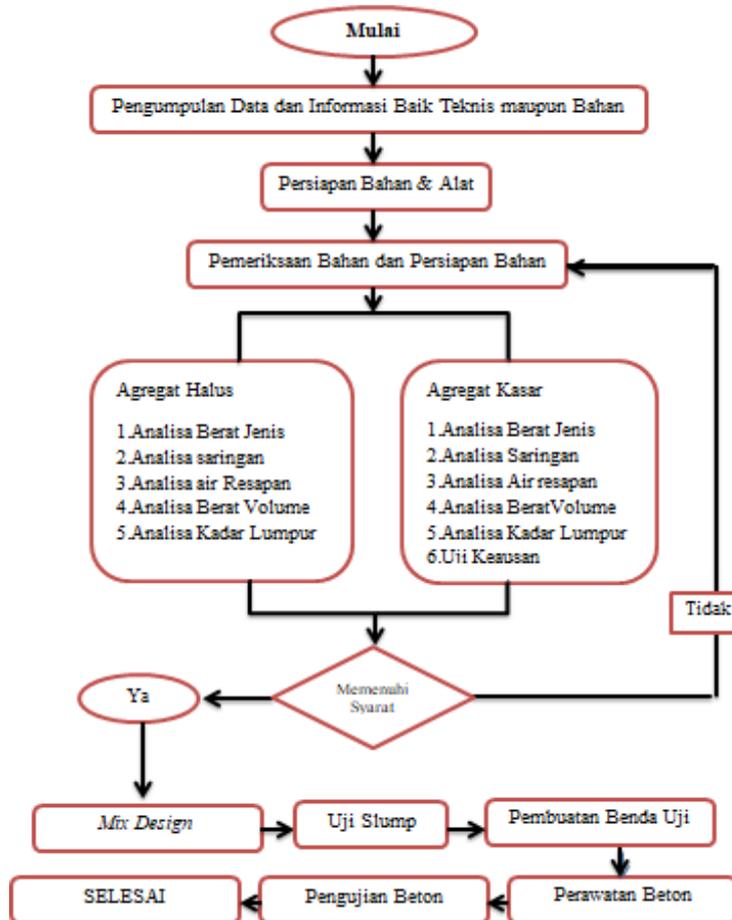
Dalam perkembangan teknologi beton saat ini, berbagai upaya telah dilakukan untuk memperbaiki kelemahan beton. Salah satu upaya untuk menutupi kelemahan tersebut ialah dengan menambahkan limbah serbuk sandal karet sebagai bahan penyusun beton. limbah ini merupakan limbah anorganik yang bersifat elastis yang berasal dari produksi industri sepatu dan sandal di kawasan Sooko Kabupaten Mojokerto. [4]

Limbah serbuk karet yang dihasilkan dari produksi mencapai 5 sampai 10 kilogram per hari. Seiring dengan itu, limbah serbuk sandal karet yang tidak terpakai semakin meningkat, sehingga limbah ini secara tidak langsung dapat dijadikan alternatif dari segi kuantitas karena tingkat kelangkaannya yang rendah atau mudah diperoleh. Usaha pemanfaatan limbah Limbah serbuk sandal karet diharapkan dapat mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan dan memberikan nilai ekonomi bagi konstruksi, serta sebagai upaya pelestarian sumber daya alam. Selain itu, penambahan limbah serbuk sandal karet pada beton diharapkan dapat meningkatkan mutu beton yang nantinya akan ditargetkan. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Usaha pemanfaatan limbah Limbah serbuk sandal karet diharapkan dapat mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan dan memberikan nilai ekonomi bagi konstruksi, serta sebagai upaya pelestarian sumber daya alam.
2. Dapat meningkatkan mutu beton yang nantinya akan ditargetkan.
3. dapat memberikan sumber pengetahuan dan pemahaman tentang pemanfaatan limbah industri sehingga dapat dijadikan sebagai elemen struktur.
4. Dapat meminimalisir pemakaian material alam yang digunakan untuk pemakaian agregat halus.

**Metodologi Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yang akan dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Islam Majapahit. Benda uji yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah beton normal dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 20% Limbah Serbuk sandal karet pada agregat halus, dan akan diuji pada umur pakai beton 7, 14, dan 28 hari. Pada rencana awal, mutu beton yang digunakan adalah 20 MPa dengan Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta balok berukuran 15 cm x15 cmx60cm. Secara garis besar pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :



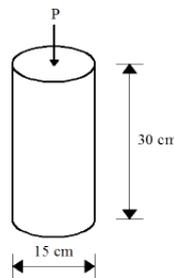
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.

**Hasil dan Pembahasan**

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat di Laboratorium.

Pengujian	Acuan	Agregat Halus	Agregat Kasar
Berat Jenis Agregat	SNI 03-1969-1990	2,68	2,53
Modulus Halus Butir	SNI 03-1968-1990	2,6	6,25
Berat Volume Agregat	SNI 03-4804-1998	1,38	1,34
Air Resapan	SNI 03-1971-1990	2,22	0,98
Analisa Kadar Lumpur	SNI 03-4142-1996	1,33	1,773
Analisa Keausan	SNI 03-2417-1991	-	26,86

Kuat tekan beton adalah kuat tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang diinginkan, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas dinyatakan dalam MPa. Penentuan kuat tekan beton ( $f_c$ ) dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan (Compression Testing Machine) yang memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan tertentu sampai benda uji hancur. Perhitungan hasil kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut[5]:



Gambar 2. Metode Pembebanan Pada Benda Uji Silinder.

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana :

P = beban maksimum (N)

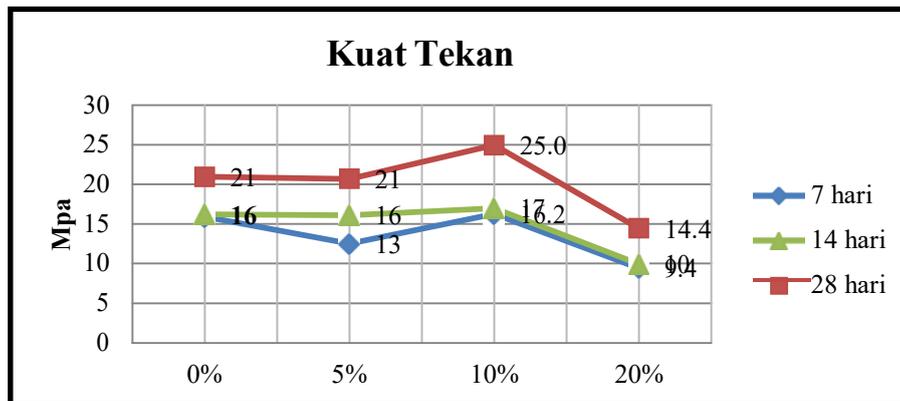
A = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Hasil analisis kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Beton.

Umur	Kuat Tekan Beton ( Mpa )			
	Normal	Kombinasi 1 5%	Kombinasi 2 10%	Kombinasi 3 20%
7 hari	14.6	13.1	16.2	10.1
	15.1	14.8	17.3	7.6
	17.9	12.6	16.2	9.6
	15.9	13.5	15.3	10.3
Rata-rata	16	13	16.2	9.4
14 hari	16.8	16.0	16.9	10.0
	17.4	16.1	17.4	9.7
	14.4	17.3	16.1	9.6
	16.2	15.2	17.7	10.4

Rata-rata	16	16	17	10
28 hari	18.4	20.1	24.9	15.4
	22.6	22.7	26.5	11.7
	21.9	19.3	25.0	14.8
	21.0	20.7	23.4	15.9
Rata-rata	21	21	25.0	14.4

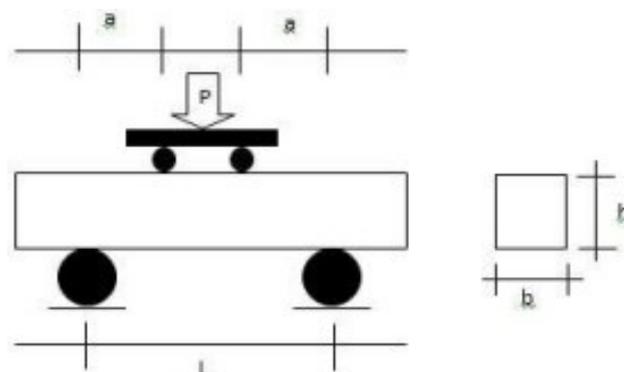


Gambar 3. Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Beton.

Dari hasil pengujian menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan kuat tekan beton. Penurunan kuat tekan beton yang terjadi sangat ditentukan oleh proporsi campuran pembentuk beton terutama agregat yang berfungsi untuk menahan beban dan retak-retak yang terjadi pada beton yang dipengaruhi oleh semen dan penyusun beton lainnya. Hal ini terjadi karena volume beton yang seharusnya diisi dengan agregat halus digantikan dengan adanya serbuk sandal karet sehingga kekuatan beton menurun. Dari data pengujian, campuran beton dengan kombinasi 10% serbuk sandal karet merupakan hasil yang paling optimal. Karena hasil pengujian dan target kuat tekan yang sudah ditentukan telah terpenuhi.

### Kuat Tarik Lentur Beton

Kuat tarik yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kuat tarik lentur. Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua tumpuan untuk menahan gaya tegak lurus terhadap sumbu benda uji, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa) gaya per satuan luas kuat tarik beton adalah 8% sampai 15% dari kuat tekannya, maka dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini kuat lentur yang ditargetkan adalah 3 Mpa, harga ini merupakan persen terbesar dari kuat tariknya yaitu sebesar 15%. Sistem pembebanan pada uji kuat tarik lentur adalah benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan runtuh karena lentur murni, seperti terlihat pada gambar di bawah ini[6] :



Gambar 4. Metode Pembebanan Pada Uji Kuat Tarik Lentur.

Perhitungan hasil uji kuat tarik lentur beton dihitung menurut rumus berikut :

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (2)$$

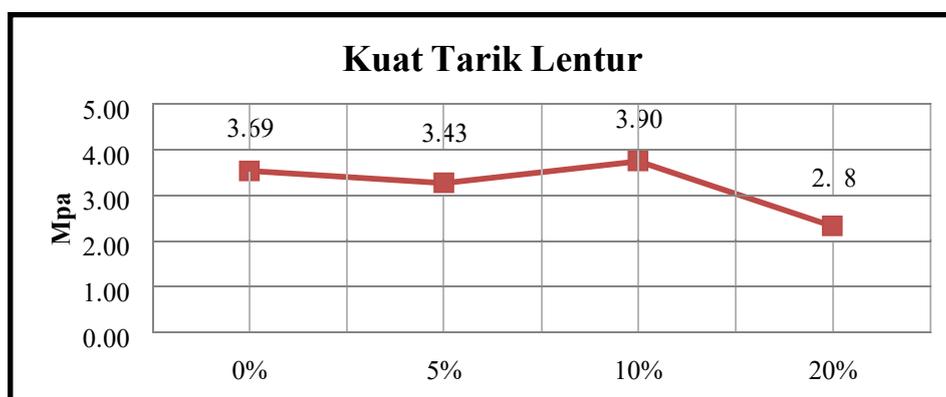
Keterangan :

- $\sigma_1$  = kuat lentur benda uji (Mpa)
- P = beban tertinggi (N)
- L = jarak antara dua garis perletakan (mm)
- B = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- H = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- A = jarak rata-rata antara tampang lintang patah (mm).

Hasil pengujian Kuat Tarik Lentur dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tarik Lentur Balok Beton.

Umur	Kuat Tarik Lentur (MPa)			
	Normal 0%	Kombinasi 1 5%	Kombinasi 2 10%	Kombinasi 3 20%
28 hari	3.95	3.43	4.29	2.57
	4.28	3.28	3.97	2.65
	3.00	3.25	3.72	2.87
	3.52	3.74	3.61	1.84
Rata-rata	3.69	3.43	3.90	2.48



Gambar 5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton.

Dari hasil pengujian kuat tarik lentur diatas menunjukkan bahwa komposisi campuran beton normal kombinasi 1 dan 2 mencapai target kuat lentur yang disyaratkan, akan tetapi balok beton kombinasi 1 (5%) tidak mengalami kenaikan. dibandingkan dengan kuat tarik lentur beton normal. Sedangkan pada beton dengan kombinasi 2 (10%) limbah serbuk sandal karet merupakan komposisi campuran yang paling optimal yaitu 3,90. Nilai ini melebihi kuat tarik lentur yang ditargetkan serta kuat tarik lentur beton normal (0%).

Dari hasil perhitungan, pada kombinasi 1 (5%) terjadi peningkatan dari target kuat tarik lentur yang diisyaratkan sebesar 3,43%. Pada Kombinasi 2 (10%) terjadi peningkatan sebesar 23,07%. Sedangkan pada kombinasi 3 (20%) terjadi penurunan sebesar 17,33% dari target kuat lentur yang ditetapkan.

Pada penelitian ini kuat tarik lentur meningkat dengan variasi volume serbuk karet yang rendah (5% dan 10%), dan kuat lentur beton akan menurun jika variasi volume serbuk sandal karet lebih besar dari 10%.

## **Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh limbah serbuk sandal karet sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap uji kuat tekan silinder beton ukuran 150 x 300 mm, meningkat di umur 28 hari pada:
  - Kombinasi 1 (5%) sebesar 4,76% atau 21 Mpa dari mutu rencana awal 20 Mpa.
  - Kombinasi 2 (10%) sebesar 20% atau 25 Mpa dari mutu rencana awal 20 Mpa.
2. Pengaruh limbah serbuk Sandal karet sebagai pengganti sebagian agregat halus pada uji kuat tarik lentur Balok beton berukuran 150 x 150 x 600 mm, bertambah di umur 28 hari pada:
  - Kombinasi 1 (5%) sebesar 12,53% atau 3,43 Mpa dari kuat tarik lentur yang ditargetkan.
  - Kombinasi 2 (10%) sebesar 23,07% atau 3,90 dari kuat tarik lentur yang ditargetkan.

Nilai Kuat tekan dan Kuat tarik lentur beton akan semakin menurun seiring bertambahnya jumlah limbah serbuk sandal karet yang disubstitusikan terhadap pasir. Kuat tarik lentur beton kombinasi 2 (10%) meningkat sebesar 5,38% dari beton normal. Sedangkan kombinasi 5% tidak mengalami peningkatan dibandingkan beton normal. Namun kuat tekan dan kuat lentur beton telah memenuhi target pada umur 28 hari. Proporsi campuran limbah serbuk sandal karet pada kombinasi 10% merupakan proporsi campuran yang paling optimal.

Setelah melakukan penelitian tentang limbah serbuk cendana karet sebagai bahan pencampur beton dan menyadari beberapa kemungkinan kekurangan dalam penelitian tersebut, penulis menyarankan :

1. Sebaiknya jika melakukan penelitian beton harus terjadwal atau bisa dilaksanakan lebih awal, karena material yang digunakan harus diuji terlebih dahulu sebelum digunakan dan itu menguras banyak waktu.
2. Perlunya dilakukan penelitian yang lebih dalam mengenai campuran limbah serbuk sandal karet seperti pada pembuatan paving, batu bata atau sebagainya.
3. Perlu dilakukannya penelitian limbah sandal karet yang di tambah zat *Aditive* pada adukan betonnya.

## **Daftar Pustaka**

- [1] Suprptini, “Pengaruh Limbah Industri Terhadap Lingkungan Di Indonesia,” *Media Heal. Res. Dev.*, Vol. 12, No. 2 Jun, 2012,.
- [2] M. Irpan, “Pengaruh Penambahan Hancuran Karet ( Crumb Rubber ) Pada Campuran Beton Terhadap Sifat,” 2017.
- [3] M. Goreti Oktofiyane Fernandez Dan U. Khatulistiani, “Pemanfaatan Limbah Sandal Karet Sebagai Material Substitusi Agregat Semen Pada Campuran Beton,” Vol. 9, No. 1, Hal. 41–050, 2021.
- [4] Harry Chandra, “Pemanfaatan Limbah Sandal Karet Sebagai Material Substitusi Agregat Semen Pada Campuran Beton,” Vol. 20, No. 5, Hal. 40–3, 2016,
- [5] SNI 03-1974-1990, “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton,” Badan Stand. Nasional Indonesia., 1990.
- [6] Sni 4431-2011, “Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan,” Badan Standarisasi Nasional. Indonesia, Hal. 16, 2011.