

PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KARET BAN TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Edo Ageng Anggara¹, Firdaus²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Bina Darma

email : paulinstefany1123@gmail.com¹, firdaus.dr@binadarma.ac.id²

Jl. A. Yani No. 3, Palembang 30624, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengaruh penambahan potongan karet ban terhadap kuat lentur beton. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Kampus C Universitas Bina Darma. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaruh penambahan potongan karet ban terhadap kuat lentur beton dengan persentase 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian dan analisis untuk penambahan pengaruh penambahan potongan karet ban terhadap kuat lentur beton yang berbentuk dengan potongan kecil-kecil berukuran panjang 2 cm dan lebar 2 mm sangat berdampak positif pada nilai kuat lentur, hal ini seiring dengan meningkatnya nilai kuat lentur pada tiap persentase benda uji seperti beton normal memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 3,25 Mpa, persentase 5 % memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,31 Mpa dan 15% memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,82 Mpa , artinya ada kenaikan nilai kuat lentur beton normal sebesar 3,25 Mpa. Sehingga potongan karet ban ini berpengaruh positif dan layak sebagai alternatif penambahan campuran beton modifikasi, serta cocok digunakan pada balok beton struktural pada bangunan rumah tinggal, pondasi rumah dan jembatan.

Kata Kunci: Beton, Kuat Lentur, Karet Ban

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of adding pieces of tire rubber to the flexural strength of concrete. This research was conducted at the Civil Engineering Laboratory, Campus C, Bina Darma University. The object used in this study is the effect of adding pieces of tire rubber to the flexural strength of concrete with a percentage of 5%, 10% and 15%. The results of research and analysis to add to the effect of adding pieces of tire rubber to the flexural strength of concrete in the form of small pieces measuring 2 centimeters long and 2 millimeters wide have a very positive impact on the flexural strength value, this is in line with the increasing flexural strength value at each the percentage of specimens such as normal concrete has an average flexural strength value of 3.25 Mpa, a percentage of 5% has an average flexural strength value of 4.31 Mpa and 15% has an average flexural strength value of 4.82 Mpa, This means that there is an increase in the flexural strength of normal concrete of 3.25 MPa. So that this piece of tire rubber has a positive and feasible effect as an alternative to adding modified concrete mixtures, and is suitable for use on structural concrete beams in residential buildings, house foundations and bridges.

Keywords: Concrete, Flexural Strength, Rubber Tires

1. PENDAHULUAN

Penggunaan beton semakin banyak dijumpai untuk berbagai macam konstruksi bangunan, kebutuhan tempat tinggal dan infrastruktur lainnya bagi masyarakat Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan karena laju pertumbuhan penduduk yang berkembang sangat pesat sehingga diperlukan rumah dan infrastruktur seperti jalan, gedung, bandar udara, serta pelabuhan yang ekonomis, aman dan nyaman agar dapat dijadikan tempat tinggal dan sarana infrastruktur penunjang bagi masyarakat (Sefgan Surya. 2019)

Beton merupakan salah satu bahan dasar pembuatan konstruksi yang sangat banyak di gunakan dalam pembangunan. Perkembangan teknologi beton dari hari ke hari terus mengalami modifikasi. Salah satunya upaya yang dilakukan adalah menggunakan potongan karet ban untuk memperbaiki kemampuan kuat lentur yang dimiliki oleh beton tersebut. Beton adalah material yang banyak digunakan dalam suatu konstruksi bangunan. Beton memiliki beberapa sifat antara lain mudah untuk dicetak serta memiliki kuat tekan yang tinggi. Beton yang dicampur dengan potongan ban bekas diharapkan mampu mengurangi berat jenis beton serta menambah kuat tekan dan tarik beton. Limbah bahan ban bekas sangatlah mudah ditemukan, namun bahan ini susah terurai secara alami "Andreas Setiabudi. 2019".

Seiring berkembangnya zaman, meningkatkan industri otomotif beriringan juga dengan meningkatnya produksi ban yang menyebabkan akan terus bertambah limbah karet ban tidak bisa terurai dengan faktor alam. Cara untuk menyelesaikan masalah ini, dibutuhkan cara inovatif agar dapat mengurangi limbah karet ban yang semakin meningkat. Penggunaan karet ban sebagai material penambah substitusi pada beton menjadi salah satu jalan keluar untuk mengurangi limbah karet ban yang tidak

digunakan. Beton yang dicampur dengan potongan ban karet diharapkan dapat menurunkan berat jenis beton dan meningkatkan kuat lentur beton. Limbah karet ban bekas sangat mudah ditemukan, namun bahan ini sulit terurai secara alami "Dica Hermawan Setiaji, 2021".

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yg letaknya dalam 2 sisi perletakan agar menunda gaya menggunakan arah tegak lurus sumbu benda uji, hingga benda uji patah & dinyatakan pada Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Kuat lentur beton adalah kemampuan Suatu bahan yg menunda lentur yg bekerja menggunakan tegak lurus sumbu memanjang pada tengah-tengah beban yg tumbuh dalam ke 2 ujung beton. Kuat lentur dibagi menjadi (2) macam, yaitu bertenaga lentur Statik & Kuat Pukul. Jika beban terus bertambah, maka balok akan terjadi deformasi & regangan tambahannya akan menyebabkan retak pada sepanjang bentang balok. Untuk nilai maksimum hasil kuat tarik belah beton pada semen baturaja dengan variasi campuran 1,5% pada umur 28 hari dengan nilai kuat tarik belah beton 3,36 Mpa. Dan nilai maksimum hasil kuat lentur beton pada semen baturaja dengan variasi campuran 1,5% pada umur 28 hari dengan nilai kuat lentur beton 3,80 Mpa "Nur Ichan, 2020"

Kuat lentur rata-rata terdapat dalam serat tekan (tegangan lentur pada beton) yang masih ada berdasarkan tiap variasi kuat tekan rata-ratanya sebanyak 12,66 MPa, 15,34 MPa, 19,18 MPa, dan 24,26 MPa. Untuk kuat lentur rata-rata serat tariknya (tegangan lentur baja) merupakan 348,76 MPa, 399,02 MPa, 464,69 MPa, dan 567,33 MPa "Aditiyo Tri Saputra.2018"

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang penelitian di atas maka permasalahan yang dapat dirumuskan yaitu :

- Bagaimanakah pengaruh penggunaan potongan karet ban sebagai alternative bahan penambah terhadap kuat lentur?
- Bagaimana perbandingan antara benda uji balok tanpa karet ban, dan benda uji dengan penambahan potongan karet ban?

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian tersebut dilakukan ialah untuk mengetahui pengaruh penambahan potongan karet ban terhadap kuat lentur:

- Untuk mengetahui berapa besar nilai kuat lentur benda uji balok beton dengan penambahan potongan karet ban.
- Untuk membandingkan nilai kuat lentur beton antara campuran beton normal dan campuran beton dengan persentase 5%, 10%, 15% potongan karet ban.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tersebut ialah untuk mengetahui besarnya kuat lentur dari penambahan persentase potongan karet ban.

- Untuk memberikan pengetahuan dan bukti nyata tentang penggunaan karet ban bekas terhadap kuat lentur.
- Menambahakan pengetahuan baru tentang beton dengan campuran karet ban bekas.
- Dapat menjadi rujukan penelitian selanjutnya dengan beton campuran.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian tersebut, sebagai batasan suatu masalah ialah:

- Limbah karet ban yang diambil dari karet ban bekas yang berasal dari bengkel-bengkel motor/mobil.
- Limbah karet ban yang digunakan untuk campuran beton berbentuk cacahan/potongan kecil dengan ukuran panjang 5 mm – 2 cm dan lebar 2 mm.

- Penelitian ini berlokasi di Laboraturium Kampus C Fakultas Teknik Teknik Sipil Universitas Bina Darma
- Ketentuan Bahan Pada Penelitian ialah :
 - a. Semen yang digunakan ialah semen porlad (Portland Cement).
 - b. Agregat kasar (batu split) yang berasal dari merak.
 - c. Agregat halus yaitu (pasir) yang berasal dari kawasan Tanjung Raja
 - d. Air yang digunakan adalah air PDAM.
 - e. Limbah karet ban diambil dari bekas karet ban di bengkel sekitar yang terdekat
- Menggunakan cetakan balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm.
- Menggunakan persentase potongan karet ban sebesar 0% , 5% , 10% dan 15%. Dari berat berat semen “Muhammad Iqbal, 2022”.
- Menggunakan 24 benda uji dengan variasi :
 - a. Beton normal 3 benda uji.
 - b. Beton menggunakan potongan karet ban sebagai substitusi agregat 9 benda uji.
 - c. kuat lentur beton 12 benda uji.

2. METODOLOGI PENELITIAN

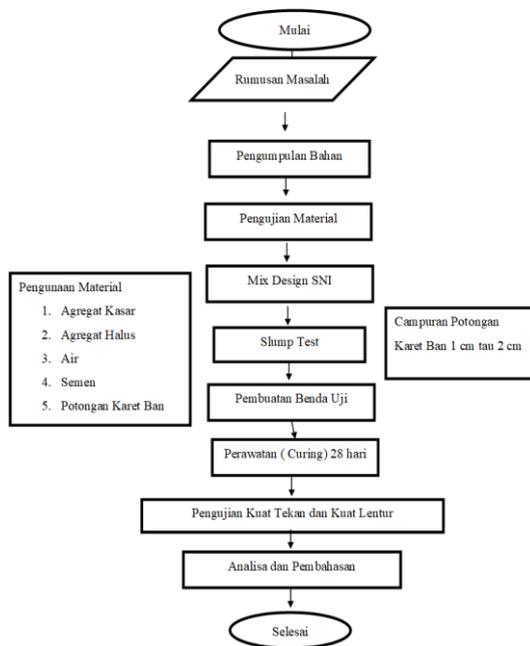
2.1 Lokasi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu, metode yang dilakukan dengan cara melaksanakan eksperimen terhadap objek penelitian dan untuk pengujian dengan menggunakan metode destruktif yaitu dengan cara menghancurkan benda uji yang diteliti, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Kampus C Universitas Binadarma Palembang.

2.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data terdiri dari persiapan material, data primer dan data sekunder yan didapat pada penelitian di Laboraturium Kampus B Universitas Bina Darma Palembang.

2.3 Bagan Alir Penelitian



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Beton Basah (Slump Test)

Sifat yang mendasar dari beton segar adalah mudah dikerjakan (*workability*) pengukuran sifat ini dilakukan dengan pengujian slump. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai penurunan komposisi adukan beton. Uji slump ini dilakukan pada 3 sampel komposisi beton segar K-250. Hasil dari uji slump pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 3.1 Hasil Uji Slump

Variasi Pengujian Slump	Nilai Slump (cm)
Beton Normal	9
Beton Dengan Penambahan Potongan Karet Ban 5%	8
Beton Dengan Penambahan Potongan Karet Ban 10%	9
Beton Dengan Penambahan Potongan Karet Ban 15%	9
Rata-Rata	8,75

(Sumber: Hasil Pengujian Laboraturium UBD, 2022)

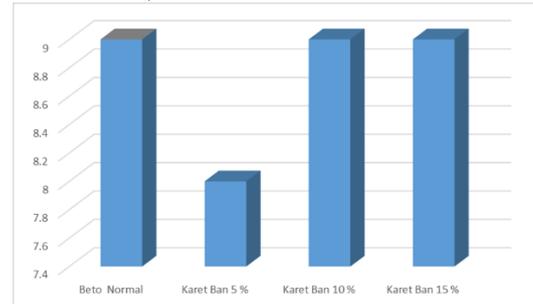


Diagram Hasil Uji Slump
 Sumber: Hasil Analisis 2022

3.2 Variasi Berat Beton

Setelah proses pembuatan benda uji selesai dilakukan, kemudian benda uji dilakukan curing (perawatan) berupa perendaman. Ketika benda uji akan dilakukan pengujian diangkat dari perendaman sehari sebelum waktu pengujian, tahap selanjutnya dilakukan penimbangan benda uji. Hal ini untuk mengetahui berat volume dari benda uji yang dicapai dari masing - masing variabel benda uji. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.15 4.16 & 4.17 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Berat Benda Uji Tanpa Karet Ban

NO	KODE BENDA Uji	UMUR BETON (Hari)	BERAT (Kg)	BERAT RATA - RATA (Kg)
1	BN 1	28	31	31,03
2	BN 2	28	31	
3	BN 3	28	31	

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Tabel 3.3 Berat Benda Uji Karet Ban 5%

NO	KODE BENDA UJI	UMUR BETON (Hari)	BERAT (Kg)	BERAT RATA - RATA (Kg)
1	KB 5 – BN 1	28	31,2	31
2	KB 5 – BN 2	28	31,3	
3	KB 5 – BN 3	28	31,3	

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Tabel 3.4 Berat Benda Uji Karet Ban 10%

NO	KODE BENDA UJI	UMUR BETON (Hari)	BERAT (Kg)	BERAT RATA - RATA (Kg)
1	KB 10 – BN 1	28	31,6	31,06
2	KB 10 – BN 2	28	31,5	
3	KB 10 – BN 3	28	31,6	

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

Tabel 3.5 Berat Benda Uji Karet Ban 15%

NO	KODE BENDA UJI	UMUR BETON (Hari)	BERAT (Kg)	BERAT RATA - RATA (Kg)
1	KB 15 – BN 1	28	31,9	31,03
2	KB 15 – BN 2	28	31,9	
3	KB 15 – BN 3	28	32	

Sumber: Hasil Perhitungan 2022

3.3 Pengujian Kuat Lentur

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua peletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa) gaya per satuan luas (SNI-4431-2011). Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk balok berjumlah 12 buah dengan ukuran 60cm x 15cm x 15cm.

12 buah benda uji dibuat untuk mengetahui nilai kuat lentur beton dengan penambahan potongan karet ban dengan pesentase yang berbeda pada saat umur

beton 28 hari. Menggunakan alat *Hydraulic Concrete Beam Testing* untuk mendapatkan nilai kuat lentur maksimum, yaitu beban pada saat benda uji patah ketika menerima beban tersebut. Pengujian ini mengacu pada, (SNI 03-4154-2014) Metode pengujian kuat lentur beton menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat ditengah bentang

3.3.1 Hasil Uji Tanpa Karet Ban

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

Kode Benda Uji	Umur Perawatan (Hari)	Berat (Kg)	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Lebar (Cm)	Beban (N)	Nilai Kuat Rata-rata (Mpa)
BN 1	28	31	55,5	15	15	25000	4,44
BN2	28	31	55,5	15	15	17000	3,02
BN 3	28	31	55,5	15	15	13000	2,31
Rata - Rata						18000	3,25

Sumber: Hasil Pengujian 2022

1. Dari pengujian kuat lentur beda uji dengan kode BN menunjukkan bahwa beban maksimum rata-rata sebesar 18000 N
2. Dengan beban rata – rata 1880 N didapat nilai kuat lentur rata - rata sebesar 3,25 Mpa
3. Dari pengamatan pengujian dapat diketahui bahwa benda uji tanpa potongan karet ban akan pecah secara mendadak hingga terbelah menjadi 2 bagian dan disertai letusan kecil saat benda uji balok mencapai beban maksimum.

Dengan beban rata-rata 18000 Newton & nilai kuat lentur rata rata 3,25 Mpa, variabel ini paling rendah nilai kuat lenturnya dibandingkan variabel lain, ada 2 sampel yang tidak masuk dalam spesifikasi 3-5 Mpa, karena nilai kuat lenturnya di bawah spesifikasi.

3.3.2 Hasil Uji Karet Ban 5%

Tabel 3.7 Pengujian Kuat Lentur Beton Karet Ban 5%

Kode Benda Uji	Umur Perawatana (Hari)	Berat (Kg)	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Lebar (Cm)	Beban (N)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
KB 5-BN1	28	31,2	55,5	15	15	20000	3,55
KB 5-BN2	28	31,3	55,5	15	15	33000	5,86
KB 5-BN3	28	31,3	55,5	15	15	20000	3,55
Rata - Rata						24000	4,31

Sumber: Hasil Pengujian 2022

1. Dari pengujian kuat lentur benda uji dengan kode KB 5-BN menunjukkan bahwa beban maksimum rata-rata sebesar 24000 N
2. Dengan beban rata – rata 3120 N didapat nilai kuat lentur rata - rata sebesar 4,31 Mpa
3. Dari pengamatan Pada saat pengujian diketahui bahwa benda uji potongan karet ban persentase 5% terjadi keruntuhan / retak secara perlahan pada saat benda uji balok mencapai beban maksimum, disertai suara patahan kecil tetapi tidak patah hingga menjadi 2 bagian dikarenakan Potongan karet masih mampu menahan balok beton sehingga tidak terpisah menjadi 2 bagian.

Dengan beban rata-rata 24000 Newton & nilai kuat lentur rata rata 4,31 Mpa, persentase ini lebih tinggi dari BN yang nilai kuat lenturnya bermain di kisaran angka 3-4 Mpa, sedangkan variabel KB 10 - BN ini nilai kuat lentur nya pada kisaran angka 4-5 Mpa

3.3.3 Hasil Uji Karet Ban 10%

Tabel 3.8 Pengujian Kuat Lentur Beton Karet Ban 10%

Kode Benda Uji	Umur Perawatana (Hari)	Berat (Kg)	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Lebar (Cm)	Beban (N)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
KB10 – BN1	28	31,6	55,5	15	15	31000	5,51
KB10 – BN2	28	31,5	55,5	15	15	28000	4,97
KB10 – BN3	28	31,6	55,5	15	15	23000	4,00
Rata - Rata						27333	4,82

Sumber: Hasil Pengujian 2022

1. Dari pengujian kuat lentur benda uji dengan kode BU - TBS menunjukkan bahwa beban maksimum rata-rata sebesar 27333 N
2. Dengan beban rata – rata 4380 N didapat nilai kuat lentur rata - rata sebesar 4,82 Mpa
3. Dari pengamatan Pada saat pengujian diketahui bahwa benda uji potongan karet ban persentase 10% terjadi keruntuhan / retak secara perlahan pada saat benda uji balok mencapai beban maksimum, disertai suara patahan kecil tetapi tidak patah hingga menjadi 2 bagian dikarenakan Potongan karet masih mampu menahan balok beton sehingga tidak terpisah menjadi 2 bagian.

Dengan beban rata-rata 27333 Newton & nilai kuat lentur rata rata 4,82 Mpa, persentase ini lebih tinggi dari variabel KB 5-BN yang relatif nilai kuat lenturnya bermain di angka 4 Mpa, sedangkan variabel KB 10-BN ini relatif bermain pada angka hampir 5 Mpa.

3.3.4 Hasil Uji Karet Ban 15%

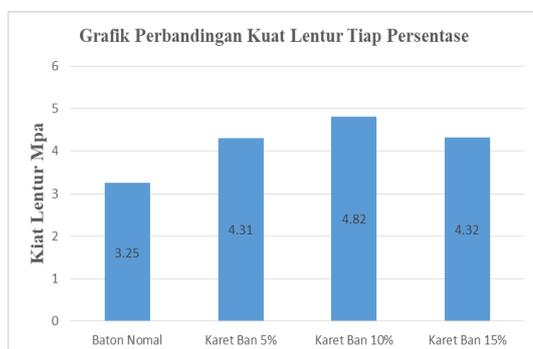
Tabel 3.9 Pengujian Kuat Lentur Beton Karet Ban 15%

Kode Benda Uji	Umur Perawatannya (Hari)	Berat (Kg)	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Lebar (Cm)	Beban (N)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
KB15-BN1	28	31,9	55,5	15	15	20000	3,55
KB15-BN2	28	31,9	55,5	15	15	28000	4,97
KB15-BN3	28	32	55,5	15	15	25000	4,44
Rata - Rata						24333	4,32

Sumber: Hasil Pengujian 2022

1. Dari pengujian kuat lentur benda uji dengan kode KB 15-BN menunjukkan bahwa beban maksimum rata-rata sebesar 24333 N
2. Dengan beban rata – rata 3120 N didapat nilai kuat lentur rata - rata sebesar 4,32 Mpa
3. Dari pengamatan Pada saat pengujian diketahui bahwa benda uji potongan karet ban persentase 15% terjadi keruntuhan / retak secara perlahan pada saat benda uji balok mencapai beban maksimum, disertai suara patahan kecil tetapi tidak patah hingga menjadi 2 bagian dikarenakan Potongan karet masih mampu menahan balok beton sehingga tidak terpisah menjadi 2 bagian.

Dengan beban rata-rata 24333 Newton & nilai kuat lentur rata rata 4,32Mpa, persentase ini lebih rendah dari persentase KB 10-BN yang nilai kuat lenturnya bermain di kisaran angka 5 Mpa, sedangkan persentase KB 15-BN ini nilai kuat lentur nya pada kisaran angka 4 Mpa.



Grafik Batang Perbandingan Nilai Kuat Lentur

Sumber: Hasil Analisis 2022

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan dengan penambahan potongan karet ban diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan potongan karet ban terhadap kuat lentur beton yang berbentuk denganpotongan kecil-kecil berukuran panjang 2 cm dan lebar 2 mm sangat berdampak positif pada nilai kuat lentur, hal ini seiring dengan meningkatnya nilai kuat lentur pada tiap persentase benda uji seperti beton normal memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 3,25 Mpa, persentase 5 % memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,31 Mpa dan 15% memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 4,82 Mpa , artinya ada kenaikan nilai kuat lentur beton normal sebesar 3,25 Mpa. Sehingga potongan karet ban ini berpengaruh positif dan layak sebagai alternatif penambhan campuran beton modifikasi, serta cocok digunakan pada balok beton struktural pada bangunan rumah tinggal, pondasi rumah dan jembatan.
2. Rata – rata nilai kuat lentur pada tiap persentase benda uji adalah sebagai berikut:
 - Beton Normal Sebesar 3.25 Mpa
 - KB 5-BN Sebesar 4,31 Mpa
 - KB 10-BN Sebesar 4,82 Mpa
 - KB 15-BN Sebesar 4,32 Mpa

Peningkatan nilai kuat lentur beton penambahan potongan karet ban ini yang signifikan terjadi antara pada beton tanpa karet dan beton ditambah karet dengan selisih nilai rata-rata sebesar 1,5 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

Adityo Tri Saputra. 2018, *Studi Pengaruh Penambahan Filler Limbah Ban Karet Bekas Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Berbasis Sampah LDPE / Melamin / Pasir Untuk Aplikasi Material Lantai Bangunan*,

- Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andreas Setiabudi. 2019, *Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Pembangunan Jaya.
- Dica Hermawan Setiaji. 2021, *Pengaruh Limbah Ban Karet Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton*, Politeknik Negeri Malang.
- Farah Iftinan. 2018, *Pengaruh Tinggi Suhu Pemanasan Terhadap Sifat Fisik dan Kinerja Beton Berserat Limbah Karet Roda*, Universitas Mataram.
- Handika Setya Wijaya. 2021, *Pengaruh Penambahan Limbah Ban Bekas Terhadap Kekuatan Beton*, Universitas Islam Balitar.
- Nur Ichan. 2020, *Perbandingan Tiga Semen PCC Dengan Penambahan Steel Fiber Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Beton*, Universitas Tridinanti Palembang.
- Rahmat Bangun Giarto. 2021, *Pengaruh Penambahan Serbuk Karet Terhadap Berat Isi, Kuat Lentur dan Kuat Tarik Belah Beton*, Politeknik Negeri Balikpapan.
- Sefgan Surya. 2019, *Variasi Rajutan Bambu Petung Sebagai Pengganti Tulangan Baja Ditinjau Dari Kuat Lentur Beton*, Universitas Bina Darma Palembang.
- Tiara Kusuma Rini. 2016, *Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Terhadap Kuat Tekan Marshall Pada Campuran Beton Aspal*, Universitas Borobudur.
- Yudanto Wicaksono. 2017, *Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah Limbah Karet Sebesar 1% Dari Berat Beton Normal*, Universitas Islam Indonesia.
- Yudhistira Jimmy. 2019, *Analisa Kuat Lentur Tulangan Bambu Dengan Takikan Tipe "V" Pada Beton Normal*, Universitas Bina Darma Palembang.