

# Kaji Banding Pengaruh Perlakuan Awal Serpihan Karet Ban Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Ketahanan Kejut Beton Karet

Aditya Bima Putra, Slamet Widodo, dan Maris Setyo Nugroho

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

**Kata Kunci:**  
beton karet  
ketahanan kejut  
kuat tekan

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek perlakuan awal karet dengan direndam NaOH pada beton karet terhadap nilai kuat tekan, nilai ketahanan kejut, dan korelasi antara pengujian kuat tekan dengan pengujian ketahanan kejut. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen di laboratorium dengan membandingkan variasi karet tanpa perlakuan awal dengan karet yang telah direndam NaOH 1 mol pada beton karet. Penggantian agregat halus dengan perbandingan 0%, 5%, 10%, dan 15% karet dengan perlakuan tanpa rendaman NaOH dan dengan perendaman NaOH. Beton karet ini dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran berdiameter 150 mm dan tingginya 300 mm untuk pengujian kuat tekan sebanyak 35 benda uji. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran berdiameter 150 mm dan tingginya 60 mm untuk pengujian ketahanan kejut sebanyak 35 benda uji. Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif deskriptif untuk menentukan nilai rerata kuat tekan dan ketahanan kejut serta mengetahui korelasi antara keduanya. Standar pengujian kuat tekan menggunakan SNI 1974-2011 dan ACI 554.2R-89 untuk pengujian ketahanan kejut. Nilai rerata kuat tekan menggunakan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% karet tanpa rendaman NaOH berturut-turut adalah 29,64 MPa; 22,22 MPa; 17,66 MPa; dan 13,09 MPa. Nilai rerata kuat tekan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% karet yang diperlakukan dengan rendaman NaOH berturut-turut adalah 29,64 MPa; 23,10 MPa; 18,29 MPa; dan 13,67 MPa. Hasil rerata ketahanan kejut beton karet variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% karet tanpa rendaman NaOH saat mengalami runtuh total menghasilkan energi serapan berturut-turut adalah 1545,075 Joule; 1871,748 Joule; 2004,183 Joule; dan 2516,265 Joule. Hasil rerata ketahanan kejut beton karet variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% karet yang diperlakukan dengan rendaman NaOH saat mengalami runtuh total menghasilkan energi serapan berturut-turut adalah 1545,075 Joule; 1889,406 Joule; 2057,157 Joule; dan 2463,291 Joule.

## ABSTRACT

*This study aims 1) to reduce rubber tire waste that is not easily degraded in the environment by using rubber tires as a substitute for fine aggregate in concrete mixtures. 2) to determine the effect of the initial treatment of rubber by soaking NaOH on rubber concrete on the compressive strength value, impact resistance value, and the correlation between compressive strength test and impact resistance test. This study was carried out by an experimental method in the laboratory by comparing the variation of rubber without initial treatment with rubber that had been soaked with 1 mole of NaOH on rubber concrete. Replacement of fine aggregate with a ratio of 0%, 5%, 10%, and 15% rubber with treatment without NaOH immersion and with NaOH immersion. This rubber concrete was tested at the age of 28 days. The test piece used is in the form of a cylinder with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm for compressive testing of 35 test pieces. The test piece is cylindrical with a diameter of 150 mm and a height of 60 mm for impact resistance testing of 35 test pieces. This study uses descriptive quantitative analysis to determine the average value of compressive strength and impact resistance and determine the correlation between the two. The compressive strength testing standard uses SNI 1974-2011 and ACI 554.2R-89 for impact resistance testing. The average value of compressive strength using variations of 0%, 5%, 10%, and 15% rubber without NaOH immersion was 29.64 MPa, respectively; 22.22 MPa; 17.66 MPa; and 13.09 MPa. The average value of 0%, 5%, 10%, and 15% variation compressive strength of rubber treated with NaOH immersion was 29.64 MPa; 23.10 MPa; 18.29 MPa; and 13.67 MPa. The average result of the impact resistance of rubber concrete variation of 0%, 5%, 10%, and 15% rubber without NaOH immersion when experiencing total collapse produces absorption energy of 1545.075 Joules, respectively; 1871,748 Joules; 2004,183 Joules; and 2516,265 Joules. The average result of the impact resistance of 0%, 5%, 10%, and 15% rubber modified with NaOH immersion when experiencing total collapse produced absorption energy consecutively was 1545.075 Joules; 1889,406 Joules; 2057,157 Joules; and 2463,291 Joules.*

**Keywords:**  
rubber concrete  
impact resistance  
compressive strength



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

## 1. Pendahuluan

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya hal ini ditunjukkan pada fenomena pertumbuhan jumlah kendaraan roda dua (sepeda motor) dan roda empat (mobil). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini dapat memberikan dampak positif dan negatif bagi masyarakat secara keseluruhan. Dampak positif yang dapat dirasakan masyarakat yaitu dapat meningkatkan mobilitas dan konektivitas sehingga perekonomian masyarakat berkembang dengan baik, namun ada dampak negatif yang ditimbulkan dari peningkatan jumlah kendaraan bermotor yaitu salah satunya peningkatan limbah ban karet bekas yang tidak ramah lingkungan.

Industri ban global diperkirakan mencapai 19,25 juta ton produksi pada tahun 2019 dan diperkirakan akan tumbuh sebesar 3,4% pertumbuhan tahunan gabungan menjadi 22,75 juta ton pada tahun 2024 [1]. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2022 mencapai angka yang besar sebanyak 148.261.817 unit. Angka ini menunjukkan peningkatan signifikan sebesar 4,41% dari tahun sebelumnya. Trend ini setiap tahun terus mengalami peningkatan [2].

Penggunaan karet ban dalam kendaraan bermotor memiliki dampak lingkungan. Dampak lingkungan ban karet yang ditimbulkan antara lain pencemaran tanah hal ini dikarenakan ban karet sulit terurai di dalam tanah dan tumpukan limbah ban karet dapat menjadikan tempat berkembang biak nyamuk di saat musim hujan, apabila ban karet dibakar akan menjadi polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Tumpukan ban bekas akan menjadi permasalahan serius apabila tidak dikelola dengan baik. Pengelolaan limbah ban bekas menjadi tantangan tersendiri. Penggunaan teknologi daur ulang dan pengelolaan limbah yang bijaksana dapat membantu dalam mengurangi dampak yang dihasilkan oleh limbah ban karet.

Perlu upaya yang dilakukan guna mengurangi dampak yang ditimbulkan limbah ban bekas kendaraan. Mengubah ban bekas menjadi serbuk karet merupakan salah satu metode daur ulang yang umum dilakukan. Proses ini dilakukan dengan penghancuran ban bekas menjadi serbuk yang lebih halus atau biasa disebut karet remah. Pemanfaatan karet remah saat ini digunakan untuk campuran aspal, *paving block*, bata karet, bahan peredam suara, pelapis lantai olahraga, pelapis lantai taman bermain, pelapis rumput sintetis, samsak tinju, dan industri konstruksi lainnya.

Banyak ilmuwan telah melakukan percobaan dengan melakukan perbandingan antara mengganti agregat halus

atau agregat kasar dengan karet remah, kemudian didapatkan hasil yang lebih baik diperoleh dari percobaan dengan penggantian agregat halus dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan penggantian agregat kasar. maka penggantian agregat halus memungkinkan dapat digunakan dalam pembuatan beton [3].

Beton merupakan campuran antara bahan agregat halus dan kasar dengan pasta semen (terkadang juga ditambahkan *admixtures*), campuran tersebut apabila dituang ke dalam cetakan, kemudian didiamkan untuk beberapa waktu atau jam, akan menjadi keras seperti batuan. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang terus berlangsung dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan tingkat kekerasan beton terus bertambah seiring berjalannya waktu [4]. Seiring dengan bertambahnya umur beton dicetak kuat tekan beton bertambah tinggi. Kuat tekan akan naik melaju dengan cepat kemudian akan melambat. Setelah 28 hari laju kenaikan beton sangat kecil sehingga dianggap sudah tidak mengalami laju kenaikan lagi [5].

Inovasi pemanfaatan ban bekas di dunia konstruksi yaitu dengan pemanfaatan serbuk karet dari ban bekas yang digunakan sebagai bahan tambah atau pengganti agregat pada campuran beton. Penelitian harus terus dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan ban bekas dalam campuran beton agar dapat mengurangi limbah ban dan bermanfaat dalam mengurangi penggunaan agregat halus. Inovasi ini dilakukan sejalan dengan tujuan SDGs yang dimana target industri, inovasi, dan infrastruktur (SDG 9), kota dan pemukiman yang berkelanjutan (SDG 11), dan konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (SDG 12). Penggunaan bahan konstruksi yang ramah lingkungan seperti penggantian agregat halus dengan karet remah pada beton karet merupakan salah satu kontribusi dalam menciptakan perubahan yang positif untuk mendorong kehidupan yang lebih baik dan berkelanjutan bagi semua orang.

Penelitian dengan modifikasi menggunakan NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, KmnO<sub>4</sub>\_NaHSO<sub>4</sub>, dan bahan pengikat silan pada beton karet. Kuat tekan beton karet yang telah diberi perlakuan awal dengan NaOH dan CaCl<sub>2</sub> memberikan hasil terbaik. Disisi lain perlakuan awal dengan asam sedikit memberikan peningkatan pada kuat tekan beton karet. Sebaliknya kuat tekan beton karet yang diberi perlakuan awal dengan kalium permanganat dan natrium hidrogen sulfat lebih lemah dibandingkan dengan beton karet biasa tanpa perlakuan. Penulis percaya bahwa hal ini disebabkan karena lingkungan reaksi hidrasi basa pada beton terpengaruh oleh zat asam [6].

Karet remah cenderung memiliki pengaruh yang merugikan terhadap karakteristik mekanis beton, namun jika perlakuan awal yang optimal terhadap partikel karet remah diperhitungkan pengaruh ini dapat dibalik. Demikian pula, presentase agregat halus yang disubstitusi juga mempengaruhi kuat tekan serta kuat tarik belah. Sebagai contoh dengan dosis karet remah 2%, perlakuan awal dengan larutan NaOH 0,5 mol dan 1 mol memberikan efek merusak pada kuat tekan serta kuat tarik belah pada umur 28 hari. Namun waktu perendaman 24 jam dengan larutan NaOH 1 mol lebih cocok untuk dosis 5% karet remah [7].

Dibandingkan dengan dengan karet yang tidak diolah atau dilakukan perlakuan awal, perendaman dengan larutan NaOH mampu menghilangkan zat aditif yang terdapat pada permukaan luar dan menciptakan rongga yang menghasilkan permukaan agak kasar dan berpori [7] sehingga dengan permukaan yang agak kasar tersebut berdampak pada ikatan karet dengan semen lebih mengikat dibanding dengan karet yang tidak di beri perlakuan awal. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan [7].

Penelitian ini terfokus pada pengaruh beton karet terhadap kuat tekan dan ketahanan kejut beton. Penelitian ini merupakan langkah yang menjanjikan hal ini dikarenakan adanya harapan dari peneliti untuk mengetahui kinerja kuat tekan dan ketahanan kejut beton karet yang akan dimanfaatkan untuk pembuatan jalan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Dalam merencanakan perkerasan jalan dengan perkerasan kaku harus mempertimbangkan efek beban kejut terhadap struktur. Beban kejut pada pekerasan kaku akan disalurkan ke tanah melalui lapisan plat beton. Plat beton memiliki fungsi sebagai penahan beban kejut yang terjadi pada permukaan jalan. Percepatan kendaraan, gaya rem kendaraan, dan tumbukan pada struktur bangunan merupakan faktor yang mempengaruhi beban kejut di jalan.

## 2. Metode Penelitian

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan awal dengan perendaman NaOH dan tidak dilakukan perendaman di serpihan karet remah sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton. Penelitian ini dilakukan dengan

menggunakan pendekatan data kuantitatif dengan didapatkannya nilai hasil pengujian.

### Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Departemen Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta. Waktu dilaksanakannya penelitian ini dilakukan selama 5 bulan dimulai dari bulan Februari sampai Juni 2024, pelaksanaan tersebut meliputi kegiatan perencanaan *mix design*, tahap pengujian material yang akan digunakan, tahap pembuatan benda uji (*trial mix*), tahap perawatan benda uji (*curing*), hingga tahap pengujian benda uji.

### Populasi dan Sampel Penelitian

Benda uji dalam penelitian ini terdiri dari sampel berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan dan sampel berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 60 mm yang akan digunakan untuk pengujian ketahanan kejut.

### Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang diubah dalam penelitian untuk melihat efek perubahan terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu persentase karet 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan dan tanpa rendaman NaOH.

#### 2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang diukur atau diamati dalam penelitian dan dapat dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat yaitu berupa nilai kuat tekan dan nilai ketahanan kejut beton.

#### 3. Variabel Kontrol (*Dependent Variable*)

Variabel kontrol merupakan variabel yang dijaga agar tidak mengalami perubahan dalam penelitian, sehingga efek dari variabel bebas terhadap variabel terikat dapat diukur secara akurat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel kontrol yaitu berupa ukuran serpihan karet remah, ukuran dan jenis agregat kasar, ukuran dan jenis agregat halus, semen yang digunakan, banyaknya air yang digunakan, dimensi benda uji silinder, metode pembuatan sampel benda uji, perawatan benda uji, dan umur pengujian sampel benda uji.

### Populasi dan Sampel Benda Uji

Benda uji dalam penelitian ini terdiri dari sampel berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm yang akan digunakan

untuk pengujian kuat tekan dan sampel berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 60 mm yang akan digunakan untuk pengujian ketahanan kejut.

### Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan peneliti bertujuan untuk memudahkan peneliti pada saat pelaksanaan pengujian yaitu dengan membandingkan nilai kuat tekan dan nilai ketahanan kejut pada setiap variasi ukuran serpihan karet remah yang digunakan. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung oleh peneliti dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan. Proses peneliti dalam mengumpulkan data primer ini dengan cara melakukan desain eksperimen dengan pembuatan sampel beton karet kemudian dilakukan pengujian. Data yang didapatkan oleh peneliti akan dilakukan analisis data. Dari hasil analisis data tersebut penulis dapat menarik kesimpulan dari penelitian ini.

Dalam penelitian ini, data primer yang dikumpulkan meliputi dua jenis data utama, yaitu: data kuat tekan beton karet, merupakan data yang menunjukkan beton karet dalam menahan beban maksimal yang mampu diterima dengan kecepatan konstan; dan data ketahanan kejut beton karet, yaitu merupakan data yang menunjukkan beton karet untuk menahan beban yang dilakukan secara tiba-tiba atau mendadak.

### Alat dan Bahan

Alat merupakan suatu benda yang dipakai atau digunakan dalam mengerjakan penelitian. Alat atau mesin yang digunakan sudah dilakukan kalibrasi sehingga data yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar yang berlaku, sedangkan yang dimaksud dengan bahan merupakan suatu barang atau material yang akan digunakan dalam penelitian dengan tujuan untuk menghasilkan suatu produk atau sampel penelitian.

Alat dan Bahan penelitian ini tersedia di Laboratorium Bahan Bangunan, Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil dari pengujian sampel benda uji dilakukan setelah memasuki umur 28 hari. Pengujian yang dilakukan dengan pengujian kuat tekan dan ketahanan kejut dengan menggunakan sampel benda uji silinder.

### Metode Pengujian

#### 1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton karet dilakukan menggunakan alat uji yang berada di Laboratorium Bahan Bangunan,

Fakultas Teknik, UNY. Hasil pengujian data pengujian kuat tekan didapatkan saat benda uji mampu menahan beban maksimum yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Proses pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 1974-2011. Berikut ini merupakan gambar proses pengujian kuat tekan beton karet.

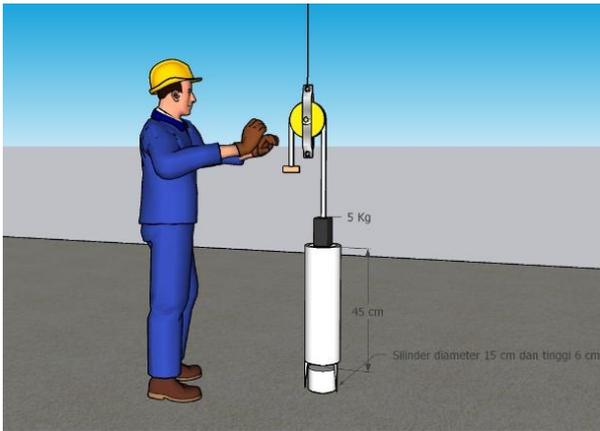


**Gambar 1.** Proses Pengujian Kuat Tekan Beton

#### 2. Pengujian Ketahanan Kejut

Pengujian ketahanan kejut beton karet dilakukan menggunakan alat yang sederhana yang dirancang dengan prinsip drop weight. Pengujian ketahanan kejut dilakukan di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik, UNY. Hasil pengujian data pengujian ketahanan kejut akan didapatkan jumlah pukulan saat benda uji retak pertama hingga runtuh total. Proses pengujian kuat tekan mengacu pada ACI 554.2R-89.

Adapun langkah pengujian ketahanan kejut yaitu mempersiapkan 1 set alat ITM Manual (*Impact Testing Machine*), Memasang beban pemukul (*hammer*) dan memosisikan jatuhnya beban di tengah, Meletakkan benda uji silinder di center dudukan, Menjatuhkan beban pemukul beberapa kali sampai benda uji retak pertama / retak rambut dengan mengamati retak yang terjadi dan mencatat jumlah pukulannya, Menjatuhkan beban pemukul hingga benda uji retak besar / runtuh total, Mencatat jumlah pukulan beban yang dijatuhkan hingga benda uji mengalami runtuh total terjadi dan mencatat jumlah pukulannya. Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan proses pengujian ketahanan kejut beton karet.



Gambar 2. Setting Up Pengujian Ketahanan Kejut



Gambar 3. Proses Pengujian Ketahanan Kejut

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Material

Pengujian material atau bahan yang digunakan dalam penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan tata cara dan standar pengujian yang ada. Waktu dan tempat pelaksanaan pengujian dilakukan pada bulan Februari 2024 di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik UNY. Pengujian ini meliputi pengujian agregat halus, agregat kasar, dan karet remah.

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian beton karet ini menggunakan pasir alami sungai progo. Untuk memastikan konsistensi pengujian maka dilakukan sebanyak 3 sampel setiap pengujian dan diambil rata-ratanya. Berikut ini tabel penyajian setiap pengujian yang dilakukan :

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Kadar Air Pasir Alami	5,536%		
Berat Jenis Pasir SSD	2,676 gr/ml	2,5 – 2,7	Memenuhi Syarat
Penyerapan Air	3,51%		
Kadar Air Pasir	2,456%		
Kadar Lumpur	1,213%	Dibawah 5%	Memenuhi Syarat

Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Bobot Isi Pasir Gembur	1491,23 Kg/m <sup>3</sup>		
Bobot Isi Pasir Padat	1701,90 Kg/m <sup>3</sup>		
Pengujian Zat Organik	No. 2	Standar Dibawah No. 3	Memenuhi Syarat
Modulus Kehalusan Butir	2,736	1,5-3,8	Zona 2

Hasil pengujian gradasi agregat halus dapat disajikan pada Tabel 2.

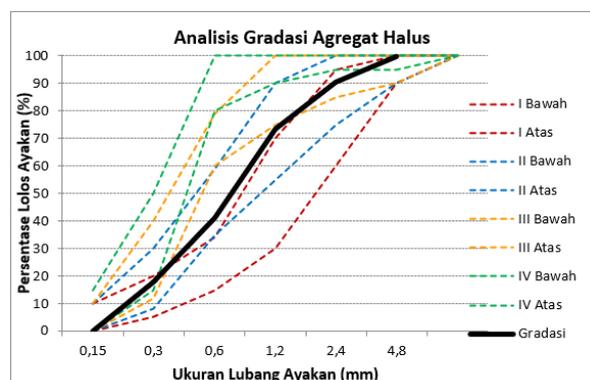
Tabel 2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

No	Diameter Ayakan	Berat Tertahan			Berat Lolos Kumulatif	ASTM C 33
		Berat (gr)	%	Kumulatif (%)		
1	9.5	0	0	0	100	100
2	4.75	0,7	0,07	0,07	99,93	95-100
3	2.36	89,7	9,34	9,41	90,59	80-100
4	1.18	164,5	17,12	26,53	73,47	50-85
5	0.85	309,6	32,22	58,75	41,25	25-60
6	0.3	224,5	23,37	82,12	17,88	10-30
7	0.15	140,6	14,63	96,75	3,25	2-10
8	0	31,2	3,25	0	0	0
Total		960,8	100	273,64		-

Dari Tabel 2 hasil pengujian gradasi agregat halus diatas didapatkan nilai modulus kehalusan butir sebesar:

$$\begin{aligned}
 MKB &= \frac{\text{Berat Tertinggal Sampel}}{100} \dots\dots\dots (1) \\
 &= \frac{273,637}{100} \\
 &= 2,736
 \end{aligned}$$

Nilai modulus kehalusan butir yang didapatkan pada pengujian ini sebesar 2,736. Nilai tersebut sudah sesuai dengan persyaratan di dalam SNI 03-1968-1990 dengan rentang nilai 1,5-3,8. Gambar 4 menyajikan grafik gradasi agregat halus pasir progo sebagai bahan penelitian beton karet.



Gambar 4. Grafik Daerah Zona Agregat Halus

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh agregat halus yang digunakan masuk ke dalam zona gradasi nomor 2 (agak kasar).

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian beton karet ini menggunakan kerikil campur alami dan pecah sungai progo. Untuk memastikan konsistensi pengujian maka dilakukan sebanyak 3 sampel setiap pengujian dan diambil rata-ratanya. Berikut ini tabel penyajian setiap pengujian yang dilakukan :

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Keausan Kerikil	36,71	Dibawah 50%	Memenuhi Syarat
Modulus Halus Butir	6,746%	5 – 8%	Memenuhi Syarat
Kadar Air Kerikil Alami	4,382%		
Kadar Air Kerikil Alami	2,367%		
Berat Jenis Kerikil SSD	2,520 gr/ml	2,5 – 2,7	Memenuhi Syarat
Penyerapan Air Kerikil SSD	3,817%		
Bobot Isi Kerikil Gembur	1274,233 Kg/m <sup>3</sup>		
Bobot Isi Kerikil Padat	1430,10 Kg/m <sup>3</sup>		
Kadar Lumpur	2,908%	Dibawah 5%	Memenuhi Syarat

Hasil pengujian gradasi agregat halus dapat disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

No	Diameter Ayakan	Berat Tertahan			Berat Lolos Kumulatif
		Berat (gram)	%	Kumulatif (%)	
1	19	20,4	1,021	1,021	98,978
2	9.6	1780,5	89,194	90,216	9,783
3	4.75	123,3	6,176	96,393	3,606
4	2.36	5,2	0,260	96,653	3,346
5	1.18	0,5	0,025	96,678	3,321
6	0.85	5,7	0,285	96,964	3,035
7	0.3	15,5	0,776	97,740	2,259
8	0.15	25,1	1,257	98,998	1,001
9	0	20	1,001	-	-
Total		1996,2	100	674,66	125,333

Untuk menjaga konsistensi dan sebagai variabel kontrol agregat kasar dalam penelitian ini diayak dan didapatkan ukuran agregat kasar antara 1 sampai 2 cm.

### Karet Remah

Karet remah disini digunakan dalam penelitian sebagai bahan pengganti agregat halus. Adapun pengujian yang dilakukan pengujian bobot isi dan didapatkan hasil Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Karet

Pengujian	Hasil Pengujian
Bobot Isi Karet Gembur	438,533 Kg/m <sup>3</sup>
Bobot Isi Karet Padat	568,6 Kg/m <sup>3</sup>

### Mix Design

Perencanaan campuran beton karet ini (*mix design*) menggunakan standar SNI 2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Faktor air semen (FAS) yang digunakan dalam *mix design* beton karet sebesar 0,5. Dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per m<sup>3</sup> dan disajikan tabel *mix design* beton karet (Tabel 6).

Tabel 6. *Mix Design* Beton Karet

Kode Benda Uji	Kebutuhan Material Per 1 m <sup>3</sup>					Agregat Halus (kg)
	Karet (%)	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	
T00NT	0	0	409,80	204,90	943,41	771,88
K00NT						
T05NT	5	38,59	409,80	204,90	943,41	733,29
K05NT						
T10NT	10	77,18	409,80	204,90	943,41	694,69
K10NT						
T15NT	15	115,78	409,80	204,90	943,41	656,10
K15NT						
T05TN	5	38,59	409,80	204,90	943,41	733,29
K05TN						
T10TN	10	77,18	409,80	204,90	943,41	694,69
K10TN						
T15TN	15	115,78	409,80	204,90	943,41	656,10
K15TN						

T diawal kata merupakan Kuat Tekan dan K diawal kata merupakan Ketahanan Kejut. Angka 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment* NaOH.

### Hasil Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada setiap masing-masing adukan beton. Nilai *slump* ini digunakan untuk mengukur konsistensi atau kelecakan dari campuran beton tersebut. Pengujian *slump* merupakan hal yang penting karena konsistensi beton yang tepat dapat mempengaruhi kemampuan beton dalam pemadatan, penguangan, dan distribusi yang baik atau biasa disebut dengan *workability*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Hasil Pengujian *Slump*

Variasi Beton Karet	0% Karet	5% Karet	10% Karet	15% Karet	5% Karet NaO H	10% Karet NaO H	15% Karet NaO H
Nilai <i>Slump</i> (cm)	5,2 cm	4,1 cm	4,5 cm	4 cm	8 cm	6 cm	5 cm

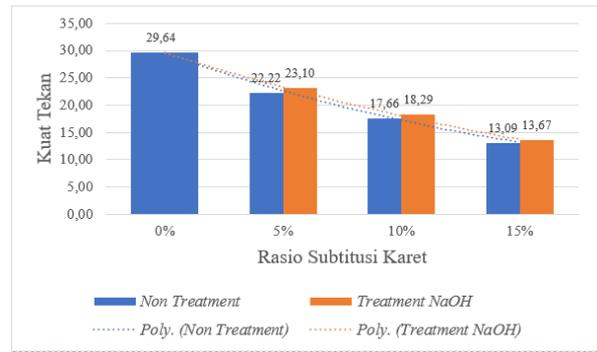
### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini menggunakan lima buah benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk setiap variasinya. Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton menggunakan *Compression Testing Machine* merk *Ele* dengan dilakukan pembebanan maksimum yang dapat diterima oleh benda uji silinder. Hasil pengujian kuat tekan disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	0	T0001NT	12,35	29,09	29,64
2		T0002NT	12,50	28,87	
3		T0003NT	12,65	29,09	
4		T0004NT	12,55	29,94	
5		T0005NT	12,45	31,23	
6	5	T0501NT	12,15	23,91	22,22
7		T0502NT	12,20	23,87	
8		T0503NT	12,00	19,43	
9		T0504NT	12,30	22,21	
10		T0505NT	12,35	21,66	
11	10	T1001NT	12,00	18,63	17,66
12		T1002NT	11,90	15,89	
13		T1003NT	11,80	18,32	
14		T1004NT	12,05	18,85	
15		T1005NT	11,95	16,60	
16	15	T1501NT	11,80	13,88	13,09
17		T1502NT	11,70	10,69	
18		T1503NT	11,75	13,70	
19		T1504NT	11,50	13,33	
20		T1505NT	11,65	13,88	
21	5	T0501TN	12,20	18,63	23,10
22		T0502TN	12,25	24,76	
23		T0503TN	12,15	24,66	
24		T0504TN	12,25	23,87	
25		T0505TN	12,35	23,60	
26	10	T1001TN	11,75	17,77	18,29
27		T1002TN	12,10	19,18	
28		T1003TN	11,90	15,89	
29		T1004TN	12,00	19,99	
30		T1005TN	11,80	18,63	
31	15	T1501TN	11,65	12,49	13,67
32		T1502TN	11,80	14,79	
33		T1503TN	11,60	14,35	
34		T1504TN	11,60	11,51	
35		T1505TN	11,70	15,19	

Dimana T diawal kata merupakan Kuat Tekan. 2 angka pertama 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 angka terakhir 01, 02, 03, 04, dan 05 merupakan penomoran kode sampel benda uji. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment* NaOH. Gambar 5 merupakan data hasil pengujian kuat tekan beton karet yang dilakukan pengujian saat mencapai umur 28 hari.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan

### Hasil Pengujian Ketahanan Kejut

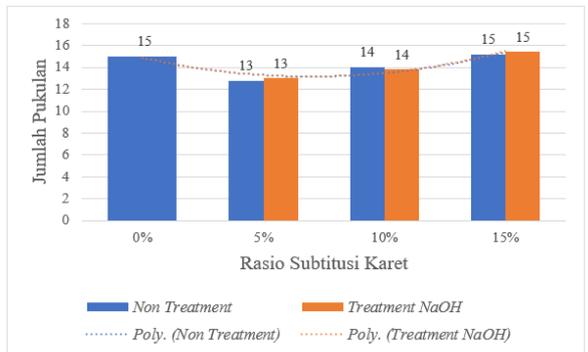
Pengujian beban kejut ini menggunakan lima buah benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 6 cm untuk setiap variasinya. Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari. Pada pengujian ketahanan kejut ini parameter yang perlu dicatat adalah seberapa banyak jumlah pukulan beban seberat 5 kilogram yang jatuh setinggi 45 cm jatuh menumbuk beton benda uji hingga retak kemudian hancur. Adapun hasil yang diperoleh dalam pengujian ini sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Pengujian Ketahanan Kejut Saat Retak Pertama

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Jumlah Pukulan	Rata-rata Pukulan
1	0	K0001NT	2,475	14	15
2		K0002NT	2,552	16	
3		K0003NT	2,512	18	
4		K0004NT	2,469	8	
5		K0005NT	2,482	19	
6	5	K0501NT	2,479	20	13
7		K0502NT	2,354	9	
8		K0503NT	2,374	10	
9		K0504NT	2,445	10	
10		K0505NT	2,349	15	
11	10	K1001NT	2,337	10	14
12		K1002NT	2,412	14	
13		K1003NT	2,332	22	
14		K1004NT	2,426	12	
15		K1005NT	2,434	12	
16	15	K1501NT	2,325	16	15
17		K1502NT	2,279	12	
18		K1503NT	2,382	13	
19		K1504NT	2,354	16	
20		K1505NT	2,414	19	
21	5	K0501TN	2,486	12	13
22		K0502TN	2,375	11	
23		K0503TN	2,361	10	
24		K0504TN	2,384	21	
25		K0505TN	2,370	11	
26	10	K1001TN	2,370	13	14
27		K1002TN	2,321	18	
28		K1003TN	2,310	12	
29		K1004TN	2,386	10	
30		K1005TN	2,313	16	
31	15	K1501TN	2,332	18	15
32		K1502TN	2,323	10	
33		K1503TN	2,241	14	
34		K1504TN	2,293	19	
35		K1505TN	2,333	16	

K diawal kata merupakan Ketahanan Kejut. 2 angka pertama 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 angka terakhir 01, 02, 03, 04,

dan 05 merupakan penomoran kode sampel benda uji. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment NaOH*. Gambar 6 menyajikan data jumlah pukulan nilai ketahanan kejut saat benda uji mengalami retak pertama.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Ketahanan Kejut Saat Retak Pertama

Gambar 7 menyajikan gambar salah satu benda uji variasi 5% karet dengan nomor benda uji ke 2 untuk pengujian ketahanan kejut saat benda uji mengalami retak pertama.



Gambar 7. Benda Uji Ketahanan Kejut Saat Retak Pertama

Tabel 10 menyajikan data jumlah pukulan nilai ketahanan kejut saat benda uji mengalami runtuh total.

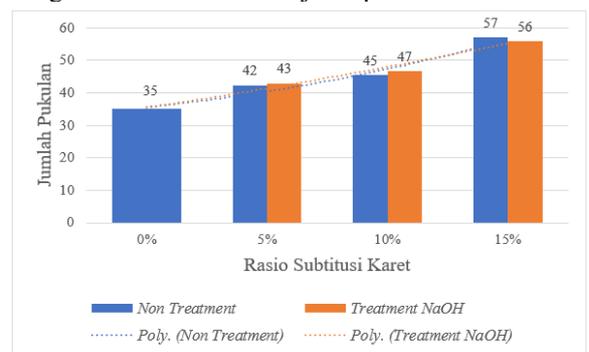
Tabel 10. Hasil Pengujian Ketahanan Kejut Saat Runtuh Total

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Jumlah Pukulan	Rata-rata Pukulan
1	0 Normal	K0001NT	2,475	24	35
2		K0002NT	2,552	30	
3		K0003NT	2,512	46	
4		K0004NT	2,469	47	
5		K0005NT	2,482	28	
6	5 Tanpa rendam NaOH	K0501NT	2,479	40	42
7		K0502NT	2,354	45	
8		K0503NT	2,374	45	
9		K0504NT	2,445	46	
10		K0505NT	2,349	36	
11	10 Tanpa rendam NaOH	K1001NT	2,337	36	45
12		K1002NT	2,412	54	
13		K1003NT	2,332	50	
14		K1004NT	2,426	37	
15		K1005NT	2,434	50	
16	15 Tanpa rendam NaOH	K1501NT	2,325	58	57
17		K1502NT	2,279	34	
18		K1503NT	2,382	52	
19		K1504NT	2,354	66	
20		K1505NT	2,414	75	

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (Kg)	Jumlah Pukulan	Rata-rata Pukulan
21	5 Direndam NaOH	K0501TN	2,486	34	43
22		K0502TN	2,375	53	
23		K0503TN	2,361	38	
24		K0504TN	2,384	47	
25		K0505TN	2,370	42	
26	10 Direndam NaOH	K1001TN	2,370	42	47
27		K1002TN	2,321	41	
28		K1003TN	2,310	54	
29		K1004TN	2,386	49	
30		K1005TN	2,313	47	
31	15 Direndam NaOH	K1501TN	2,332	59	44
32		K1502TN	2,323	59	
33		K1503TN	2,241	42	
34		K1504TN	2,293	62	
35		K1505TN	2,333	57	

K diawal kata merupakan Ketahanan Kejut. 2 angka pertama 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 angka terakhir 01, 02, 03, 04, dan 05 merupakan penomoran kode sampel benda uji. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment NaOH*.

Data jumlah pukulan nilai ketahanan kejut saat benda uji mengalami runtuh total disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Ketahanan Kejut Saat Runtuh Total

Berikut ini disajikan gambar salah satu benda uji 5% karet dengan nomor benda uji ke 2 untuk pengujian ketahanan kejut saat benda uji mengalami runtuh total :

Gambar 9. Benda Uji Ketahanan Kejut Saat Runtuh Total



**Pembahasan Kuat Tekan**

Hasil pengujian kuat tekan pada setiap variasi karet sebagai pengganti agregat halus ditunjukkan pada gambar 6 menggambarkan bahwa perendaman karet menggunakan NaOH memberikan pengaruh yang positif terhadap kuat tekan. Akan tetapi seiring penambahan karet yang menggantikan agregat halus dapat menurunkan kuat tekan.

Kuat tekan beton karet cenderung menurun seiring dengan penambahan persentase karet remah yang menggantikan pasir. Kuat tekan tertinggi pada 23,10 MPa terjadi pada variasi 5% dengan perendaman NaOH. Hal ini tetap berada dibawah beton normal sebagai benda uji kontrol yang memiliki kuat tekan sebesar 29,64 MPa.

Kuat tekan beton dengan variasi 5% karet tanpa perlakuan awal memiliki nilai rerata 22,22 MPa nilai tersebut 25,05% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol, sedangkan untuk variasi 5% karet dengan rendaman awal NaOH memiliki nilai rerata 23,10 MPa nilai tersebut 22,05% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol.

Kuat tekan beton dengan variasi 10% karet tanpa perlakuan awal memiliki nilai rerata 17,66 MPa nilai tersebut 40,43% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol, sedangkan untuk variasi 10% karet dengan rendaman awal NaOH memiliki nilai rerata 18,09 MPa nilai tersebut 38,30% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol.

Kuat tekan beton dengan variasi 15% karet tanpa perlakuan awal memiliki nilai rerata 13,09 MPa nilai tersebut 55,83% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol, sedangkan untuk variasi 15% karet dengan rendaman awal NaOH memiliki nilai rerata 13,67 MPa nilai tersebut 53,90% dibawah kuat tekan beton normal sebagai benda uji kontrol.

Terjadi pengurangan nilai kuat tekan pada beton karet hal ini dikaitkan dengan daya rekat dan kekuatan ikatan yang buruk antara partikel karet dengan pasta semen, modulus elastisitas karet yang rendah dibandingkan dengan agregat alami, dan jumlah udara yang terperangkap di antara partikel karet dengan pasta semen lebih besar [3].

Tiga hal tersebut yang menjadi jawaban mengapa semakin banyak rasio pergantian karet dengan agregat halus pada beton karet maka nilai kuat tekannya semakin turun.

**Pembahasan Ketahanan Kejut**

Pada pengujian ketahanan kejut ini dihitung besaran energi serapan yang dihasilkan berdasarkan jumlah pukulan yang mampu diterima oleh benda uji silinder saat mengalami retak hingga hancur total. Semakin banyak benda uji beton

menerima pukulan atau mampu bertahan maka energi yang diserap oleh beton tersebut akan semakin besar.

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan energi yang dapat diserap atau diterima oleh beton pada saat retak pertama.

**Rumus Energi Serapan**

$$= n \times 2mgh \dots\dots\dots (2)$$

$$= 20 \text{ pukulan} \times 2 \times 5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \times 0,45 \text{ meter}$$

$$= 882,9 \text{ joule}$$

Yang dimana *n* adalah jumlah pukulan berulang yang dapat diterima beton, *m* adalah massa beban yang digunakan beban kejut (5 kg), *h* adalah tinggi beban kejut yang dijatuhkan (0,45 meter), dan *g* adalah gaya gravitasi (9,81 m/dt<sup>2</sup>). Tabel 11 menunjukkan hasil analisis energi serapan benda uji ketahanan kejut saat benda uji mengalami retak pertama.

**Tabel 11.** Hasil Analisis Energi Serapan Saat Benda Uji Ketahanan Kejut Retak Pertama

N o	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Retak Pertama (Pukulan )	Energi Serapan (Joule)	Energi Serapan Rata-Rata (Joule)	Kenaikan Energi Serapan (%)
1	0 Normal	K0001N T	14	618,030	662,175	0
2		K0002N T	16	706,320		
3		K0003N T	18	794,610		
4		K0004N T	8	353,160		
5		K0005N T	19	838,755		
6	5 Tanpa rendam NaOH	K0501N T	20	882,900	565,056	-14,667
7		K0502N T	9	397,305		
8		K0503N T	10	441,450		
9		K0504N T	10	441,450		
10		K0505N T	15	662,175		
11	10 Tanpa rendam NaOH	K1001N T	10	441,450	618,030	-6,667
12		K1002N T	14	618,030		
13		K1003N T	22	971,190		
14		K1004N T	12	529,740		
15		K1005N T	12	529,740		
16	15 Tanpa rendam NaOH	K1501N T	16	706,320	671,004	1,333
17		K1502N T	12	529,740		
18		K1503N T	13	573,885		
19		K1504N T	16	706,320		
20		K1505N T	19	838,755		
21	5	K0501T N	12	529,740	573,885	

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Retak Pertama (Pukulan)	Energi Serapan (Joule)	Energi Serapan Rata-Rata (Joule)	Kenaikan Energi Serapan (%)
22	Direndam NaOH	K0502TN	11	485,595		-13,333
23		K0503TN	10	441,450		
24		K0504TN	21	927,045		
25		K0505TN	11	485,595		
26		K1001TN	13	573,885		
27	10 Direndam NaOH	K1002TN	18	794,610		
28		K1003TN	12	529,740	609,201	-8
29		K1004TN	10	441,450		
30		K1005TN	16	706,320		
31		K1501TN	18	794,610		
32	15 Direndam NaOH	K1502TN	10	441,450		
33		K1503TN	14	618,030	679,833	2,667
34		K1504TN	19	838,755		
35		K1505TN	16	706,320		

Diawal kata merupakan Ketahanan Kejut. 2 angka pertama 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 angka terakhir 01, 02, 03, 04, dan 05 merupakan penomoran kode sampel benda uji. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment* NaOH. Tabel 12 merupakan hasil analisis energi serapan benda uji ketahanan kejut saat benda uji mengalami runtuh total.

Tabel 12. Hasil Analisis Energi Serapan Saat Benda Uji Ketahanan Kejut Runtuh Total

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Runtuh Total (Pukulan)	Energi Serapan (Joule)	Energi Serapan Rata-Rata (Joule)	Kenaikan Energi Serapan (%)
1	0 Normal	K0001N	24	1059,480		
2		K0002N	30	1324,350		0
3		K0003N	46	2030,670	1545,075	
4		K0004N	47	2074,815		
5		K0005N	28	1236,060		
6	5 Tanpa rendam NaOH	K0501N	40	1765,800		
7		K0502N	45	1986,525		21,143
8		K0503N	45	1986,525	1871,748	
9		K0504N	46	2030,670		
10		K0505N	36	1589,220		
11	10 Tanpa rendam NaOH	K1001N	36	1589,220		
12		K1002N	54	2383,830	2004,183	29,714
13		K1003N	50	2207,250		

No	Kadar Karet (%)	Kode Benda Uji	Runtuh Total (Pukulan)	Energi Serapan (Joule)	Energi Serapan Rata-Rata (Joule)	Kenaikan Energi Serapan (%)
14	15 Tanpa rendam NaOH	K1004N	37	1633,365		
15		K1005N	50	2207,250		
16		K1501N	58	2560,410		
17		K1502N	34	1500,930		62,857
18		K1503N	52	2295,540	2516,265	
19	5 Direndam NaOH	K1504N	66	2913,570		
20		K1505N	75	3310,875		
21		K0501N	34	1500,930		
22		K0502N	53	2339,685		22,286
23		K0503N	38	1677,510	1889,406	
24	10 Direndam NaOH	K0504N	47	2074,815		
25		K0505N	42	1854,090		
26		K1001N	42	1854,090		
27		K1002N	41	1809,945		33,143
28		K1003N	54	2383,830	2057,157	
29	15 Direndam NaOH	K1004N	49	2163,105		
30		K1005N	47	2074,815		
31		K1501N	59	2604,555		
32		K1502N	59	2604,555		59,429
33		K1503N	42	1854,090	2463,291	
34	5	K1504N	62	2736,990		
35		K1505N	57	2516,265		

Diawal kata merupakan Ketahanan Kejut. 2 angka pertama 00, 05, 10, dan 15 merupakan rasio substitusi karet pengganti agregat halus. 2 angka terakhir 01, 02, 03, 04, dan 05 merupakan penomoran kode sampel benda uji. 2 kata terakhir (NT) merupakan *Non Treatment* dan (TN) merupakan *Treatment* NaOH.

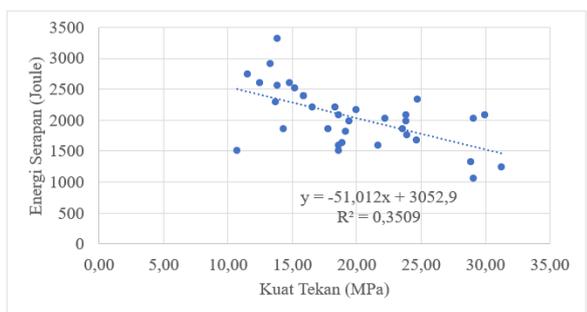
Ada penelitian dengan membandingkan komposit semen ramah lingkungan berbasis karet ban akhir masa pakai dengan kaca berpori limbah daur ulang menyimpulkan bahwa ketahanan kejut kaca berpori sangat rapuh dan hasil terbaik diperoleh dengan spesimen karet ban hal ini dikarenakan retensi beban komposit ini berasal dari sifat superelastis bahan elastomer [9].

Beton karet mengalami kenaikan ketahanan kejutnya dibanding dengan yang tidak ada campuran karetnya. Sifat beton setelah diberi campuran karet menjadi tidak mudah getas atau menjadi lebih daktil.

## Korelasi Pengujian Kuat Tekan dengan Ketahanan Kejut

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan adanya korelasi yang kompleks antara pengujian kuat tekan dengan pengujian ketahanan kejut. Analisis perlu dilakukan terhadap hubungan kedua pengujian ini untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait performa beton karet dalam variasi komposisi material yang digunakan.

Dari grafik hubungan antara kuat tekan dengan ketahanan kejut dapat dilihat pada gambar 11 yang dimana bahwa semakin tinggi kuat tekan menyebabkan ketahanan kejut semakin rendah. Hal ini sesuai dengan ekspektasi bahwasanya beton karet membuat beton menjadi lebih daktil atau tidak mudah getas. Namun dengan adanya penambahan karet di beton membuat nilai kuat tekannya menjadi turun.



**Gambar 10.** Grafik Perbandingan Kuat Tekan dengan Energi Serapan

## Pengaplikasian Beton Karet

Masa sekarang penggunaan perkerasan kaku semakin luas. Perkerasan kaku digunakan untuk jalan raya yang mempunyai kepadatan arus lalu lintas yang tinggi, jalan tol yang sering dilewati beban berat, maupun landasan pacu bandara sebagai tempat lepas landas pesawat. Pada perencanaan perkerasan jalan dengan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) perlu diperhatikan pengaruh beban kejut terhadap strukturnya. Beban kejut dapat berupa percepatan roda kendaraan, gaya rem maupun suatu tumbukan yang terjadi pada struktur [10].

Berdasarkan pada pembahasan-pembahasan sebelumnya, beton yang menggunakan campuran karet sebagai pengganti agregat halus menurunkan kuat tekan, semakin banyak jumlah karet yang di substitusi maka semakin turun kuat tekannya. Namun dengan adanya perendaman awal karet dengan larutan NaOH 1 molaritas sebelum dilakukan pengadukan beton, hasil yang diperoleh kuat tekan tersebut lebih tinggi dibanding dengan yang tidak dilakukan perendaman. Untuk mengoptimalkan manfaat dari beton

karet ini perlu juga diperhatikan nilai kuat tekan dari hasil pengujian. Penggunaan karet sebagai pengganti agregat halus dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% tanpa dilakukan perendaman menggunakan NaOH memiliki nilai kuat tekan berturut – turut adalah 29,64 MPa, 22,22 MPa, 17,66 MPa, dan 13,09 MPa. Sedangkan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dilakukan perendaman menggunakan NaOH memiliki nilai kuat tekan berturut – turut berturut – turut adalah 29,64 MPa, 23,10 MPa, 18,29 MPa, dan 13,67 MPa. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan perendaman menggunakan NaOH memberikan dampak yang baik terhadap nilai kuat tekan.

Sementara itu, nilai ketahanan kejut memberikan informasi tentang kemampuan beton dalam menahan beban kejut atau secara tiba – tiba dan terus menerus. Dengan adanya karet pada beton memberikan dampak positif terhadap daktilitas beton. Hasil ketahanan kejut beton karet menunjukkan retak pertama menghasilkan energi serapan dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% tanpa dilakukan perendaman karet menggunakan NaOH berturut turut adalah 662,175 Joule; 565,056 Joule; 618,030 Joule; dan 671,004 Joule. Sedangkan hasil untuk runtuh totalnya berturut turut adalah 1545,075 Joule; 1871,748 Joule; 2004,183 Joule; dan 2516,256 Joule.

Hasil ketahanan kejut beton karet menunjukkan retak pertama menghasilkan energi serapan dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% perlakuan awal dilakukan perendaman karet menggunakan NaOH berturut turut adalah 662,175 Joule; 573,885 Joule; 609,201 Joule; dan 679,883 Joule. Sedangkan hasil untuk runtuh totalnya berturut turut adalah 1545,075 Joule; 1889,406 Joule; 2057,157 Joule; dan 2463,291 Joule.

Meskipun nilai ketahanan kejut beton karet memberikan kenaikan pada energi serapan yang dihasilkan dengan adanya karet sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton, penurunan nilai kuat tekan perlu menjadi pertimbangan, mengingat dampak pada penurunan performa beton dalam menerima beban maksimum. Keseimbangan antara ketahanan kejut dan kuat tekan menjadi kunci dalam mengoptimalkan performa beton karet untuk aplikasi perkerasan jalan (*Rigid Pavement*).

## 4. Simpulan

Dari hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan diatas mengenai penelitian yang berjudul “Kaji Banding Pengaruh Perlakuan Awal Serpihan Karet Ban terhadap Nilai Kuat Tekan dan Ketahanan Kejut Beton Karet” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan karet remah pada beton karet memiliki kecenderungan terjadi penurunan kuat tekan beton. Dari

hasil penelitian ini didapatkan nilai rerata kuat tekan dengan variasi 0%, 5%, 10 dan 15% karet dengan perlakuan tanpa rendaman NaOH adalah 29,64 MPa; 22,22 MPa; 17,66 MPa; dan 13,09 MPa.

2. Nilai rerata kuat tekan dengan variasi 0%, 5%, 10 dan 15% karet dengan perlakuan perendaman NaOH adalah 29,64 MPa; 23,10 MPa; 18,29 MPa; dan 13,67 MPa. Perendaman karet dengan NaOH memberikan efek kenaikan dibanding tidak direndam NaOH.

3. Nilai rerata ketahanan kejut dengan variasi 0%, 5%, 10 dan 15% karet dengan perlakuan tanpa rendaman NaOH saat benda uji mengalami retak pertama adalah berturut turut 573,885 Joule; 609,201 Joule; dan 679,833 Joule. Saat benda uji mengalami runtuh total memiliki nilai rerata adalah berturut-turut 1889,406 Joule; 2057,157 Joule; dan 2463,291 Joule.

4. Nilai rerata ketahanan kejut dengan variasi 0%, 5%, 10 dan 15% karet dengan perlakuan perendaman NaOH saat benda uji mengalami retak pertama adalah berturut turut 573,885 Joule; 662,175 Joule; 565,056 Joule; 618,030 Joule; dan 671,004 Joule. Saat benda uji mengalami runtuh total memiliki nilai rerata adalah berturut-turut 1545,075 Joule; 1871,748 Joule; 2004,183 Joule; dan 2516,265 Joule.

5. Korelasi antara kuat tekan dengan ketahanan kejut beton karet adalah semakin banyak rasio substitusi karet sebagai pengganti agregat halus maka kuat tekan akan semakin turun, namun hal ini berbanding terbalik dengan nilai ketahanan kejut yang dimana semakin banyak rasio substitusi karet sebagai pengganti agregat halus didapatkan nilai ketahanan kejutnya semakin meningkat.

#### Daftar Rujukan

- [1] Global tire manufacturing output to grow 3.4% year-on-year to 2024. (2019, Juni). [https://www-smithers-com.translate.google/resources/2019/jun/global-tire-manufacturing-output-to-grow-by-2024? x tr sl=en& x tr tl=id& x tr hl=id& x tr\\_pto=tc](https://www-smithers-com.translate.google/resources/2019/jun/global-tire-manufacturing-output-to-grow-by-2024? x tr sl=en& x tr tl=id& x tr hl=id& x tr_pto=tc)
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2021-2022. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- [3] Bušić, R., Miličević, I., Šipoš, T. K., & Strukar, K. (2018). Recycled rubber as an aggregate replacement in self-compacting concrete-literature overview. *Materials*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/ma11091729>
- [4] Prasetyo, Y.E., & Widodo, S. (2015). Pengaruh Cara Perawatan Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur High Early Strength Fiber Reinforced Concrete. *Inersia*, Vol. XI No.1.
- [5] Yuswanto, S., P. & Pramudiyanto. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik Gunung Kelud Terhadap Kuat Tekan Beton. *Inersia*, Vol. XI No.1.
- [6] Youssf, O., Hassanli, R., Mills, J. E., Skinner, W., Ma, X., Zhuge, Y., Roychand, R., & Gravina, R. (2019). Influence of mixing procedures, rubber treatment, and fibre additives on rubcrete performance. *Journal of Composites Science*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/jcs3020041>
- [7] Shahzad, K., & Zhao, Z. (2022). Experimental study of NaOH pretreated crumb rubber as substitute of fine aggregate in concrete. *Construction and Building Materials*, 358. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129448>
- [8] Santoso, A., Darmono, Ma'arif, F., & Sumarjo. (2017). Studi Perbandingan Rancang Campur Beton Normal Menurut SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012. *Inersia*, Vol. XIII No.2.
- [9] Petrella, A., di Mundo, R., de Gisi, S., Todaro, F., Labianca, C., & Notarnicola, M. (2019). Environmentally sustainable cement composites based on end-of-life tyre rubber and recycled waste porous glass. *Materials*, 12(20). <https://doi.org/10.3390/ma12203289>
- [10] Hidayat, Arif Nur. (2012). Kajian Kuat Kejut (IMPACT) Beton Normal Berserat Galvalum AZ 150. (Skripsi, Universitas Sebelas Maret). <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/23392>