

Uji Eksperimen Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan Dengan Limbah Serbuk Karet Ban Bekas Sebagai Substitusi Agregat Halus

Experimental Test of Compressive Strength of Environmentally Friendly Concrete with Waste Rubber Tire Powder as Fine Aggregate Substitute

Guntur Nugroho

Email: guntur.nugroho@umy.ac.id

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Diterima: 12 Januari 2025 / Disetujui: 30 April 2025

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Beton dengan penambahan campuran serbuk karet pada substitusi agregat halus merupakan beton inovasi dengan bertujuan untuk mengurangi dan memanfaatkan kembali limbah yang tidak terurai. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa pengaruh penambahan serbuk karet berbagai merek pada kuat tekan beton. Metode penelitian yang digunakan merupakan eksperimental di laboratorium. Benda uji yang digunakan berupa 12 buah beton silinder dengan tiga benda uji per variasi berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Campuran serbuk karet yang digunakan yaitu variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Parameter pengujian beton yang diuji adalah kuat tekan beton. Hasil pengujian pada kuat tekan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% berturut-turut 8,7 MPa, 4,4 MPa, 4,05 MPa dan 2,5 MPa. Hasil yang diperoleh mengalami penurunan yang signifikan, hal tersebut dikarenakan fase yang digunakan kecil 0,35 dan pemadatan yang tidak sempurna sehingga terjadi keropos pada benda uji silinder beton.

Kata Kunci: Beton Ramah Lingkungan, Kuat Tekan Beton, Limbah Serbuk Karet

ABSTRACT

Concrete is a material that is widely used in the construction sector. Concrete with the addition of a mixture of rubber powder as a substitute for fine aggregate is an innovative concrete with the aim of reducing and reusing non-decomposing waste. This research aims to examine the effect of adding rubber powder of various brands on the compressive strength of concrete. The research method used is experimental in the laboratory. The test objects used were 12 cylindrical concrete pieces with three UI objects per variation with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The rubber powder mixture used varies between 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. The concrete test parameter tested is the compressive strength of the concrete. Test results on compressive strength variations of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% respectively 8.7 MPa, 4.4 MPa, 4.05 MPa and 2.5 MPa. The results obtained experienced a significant decrease, this was because the phase used was small at 0.35 and the compaction was not perfect so that porousness occurred in the cylindrical concrete specimens.

Keywords: Environmentally Friendly Concrete, Compressive Strength Concrete, Rubber Powder Waste.



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Pembangunan fasilitas infrastruktur di Indonesia saat ini telah berkembang sangat pesat. Perkembangan infrastruktur yang terjadi ditandai dengan pembangunan

infrastruktur di berbagai bidang sehingga perlu inovasi pada material beton sebagai material utama konstruksi. Beberapa tahun terakhir penelitian tentang limbah sangat diminati dengan tujuan untuk mengubah

limbah menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat khususnya dibidang konstruksi. Penelitian mengenai penambahan serbuk limbah kaca dan abu daun bambu menunjukkan adanya pengaruh terhadap peningkatan performa paving block (Diana *et al.*, 2021). Studi eksperimental juga dilakukan untuk mengkaji penggunaan limbah plastik sebagai pengganti agregat halus dalam beton ramah lingkungan (Diana *et al.*, 2021). Dalam penelitian lain yang telah mengeksplorasi pemanfaatan serbuk limbah botol kaca sebagai substitusi parsial agregat halus dalam campuran beton (Nura Diana *et al.*, 2021). Penelitian juga mengkaji efek abu daun bambu sebagai pengganti sebagian semen terhadap kualitas beton (Nura Diana *et al.*, 2020). Penelitian untuk meneliti pengaruh variasi limbah botol dan fly ash terhadap kekuatan tekan paving block ramah lingkungan telah dilakukan (Diana & Desharyanto, 2020).

Penelitian dampak substitusi abu batu dan serbuk cangkang telur terhadap kekuatan beton juga telah dilakukan (Ashariyanto *et al.*, 2022). Sementara itu, memanfaatkan limbah senyawa lateks karet *alam* dalam beton polimer dengan tambahan serbuk cangkang telur ayam dan pengeras polyester juga telah

dikembangkan (Haryanto 2018). Penelitian serupa untuk mengembangkan beton modifikasi berbasis polimer dari limbah lateks karet *alam* dengan pengisi serbuk cangkang telur (Wijaya 2018).

Pemanfaatan limbah dari ban bekas kendaraan bermotor menjadi hal yang menarik untuk dikaji, limbah ban bekas dapat digunakan sebagai alternatif pengganti material pada bangunan. Salah satu upaya pemanfaatan limbah ban bekas adalah sebagai sebagai bahan campuran beton sebagai bahan pengganti agregat halus. Limbah ban bekas perlu diolah menjadi serbuk karet terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan tambah pengganti agregat halus pada beton (Giarto dkk 2023). Penelitian pengaruh substitusi limbah serbuk karet pada kuat tekan paving block (Saputri, 2019; Soebandono, 2024), kuat tekan lentur beton (Arsalani, 2023), rasio redaman beton (Nugroho *et al.*, 2022), pengaruh kuat tekan beton karet dengan factor air semen 0,5 pada suhu tinggi (Rahmayani *et al.*, 2017).

Penelitian eksperimen pembuatan beton dengan menggunakan serbuk karet sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan nilai factor air semen rendah 0,35 belum dilakukan penelitian sebelumnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Penelitian ini diharapkan

dapat menjadi solusi untuk pemanfaatan limbah serbuk karet dalam bidang konstruksi, khususnya sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus untuk pembuatan beton.

B. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian eksperimen di laboratorium. Pembuatan benda uji beton dimulai dari pemeriksaan material, pemeriksaan, *mix design* beton, Pembuatan benda uji dan pelaksanaan pengujian tekan beton. Lokasi penelitian dilaksanakan di laboratorium struktur Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selanjutnya tahapan penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu pengujian material, perencanaan *mix design* beton, pembuatan benda uji, pengujian slump, dan perawatan benda uji. Pengujian material yang dilakukan meliputi, uji gradasi butiran agregat dan uji berat jenis serbuk karet ban bekas. Detail material serbuk karet ban bekas yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Material Serbuk Karet

Metode penentuan campuran bahan pada pembuatan beton menggunakan SNI 7656:2012. Hasil *mix design* diperlukan untuk mengetahui banyaknya campuran yang diperlukan dalam satu adukan beton. Perhitungan *mix design* menggunakan proporsi 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai substitusi pasir. Selanjutnya, pembuatan benda uji kuat tekan beton menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm seperti pada Gambar 2 dengan masing-masing 3 sample pada setiap variasi pencampuran *mix design* 0%, 5% dan 15%.



Gambar 2. Cetakan Silinder Beton

Kemudian, pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams dan mengacu pada standar yang digunakan yaitu SNI 7656:2012. Kerucut *abrams* berdimensi diameter atas 0,1 m, tinggi 0,3 m, dan diameter bawah 0,2 m, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian slump bertujuan untuk mengukur tingkat kelecakan pada campuran beton sebelum dicetak pada cetakan benda uji.

Perawatan benda uji setelah dilakukan pembongkaran cetakan adalah dengan direndam dalam air selama 28 hari seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Perawatan Benda Uji Menurut SNI 1974:2011 Pengujian

kuat tekan pada beton dilakukan pada usia 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan (Concrete Compression Tester Machine). Standar perhitungan kuat tekan beton menggunakan SNI 1974:2011 sesuai Persamaan 1

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

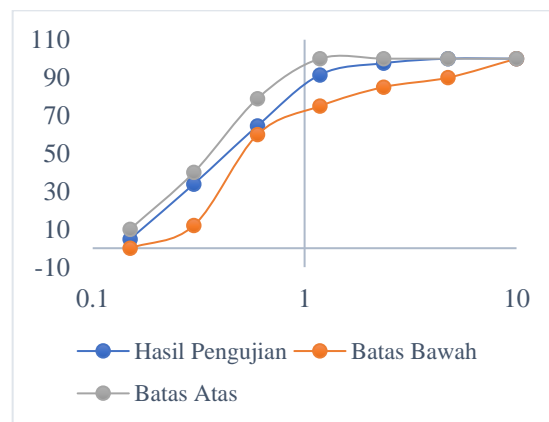
Dimana

f_c' : Kuat tekan beton dinyatakan dalam (MPa atau N/mm²)
 P : Gaya tekan aksial dinyatakan dalam (N)
 A : Luas penampang melintang pada benda uji dinyatakan (mm²)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur pada pasir bertujuan untuk memeriksa pasir dalam keadaan bersih atau kotor. Hasil rata-rata kadar lumpur yang diperoleh sebesar 2,67 %. Kandungan lumpur maksimum pada pasir sesuai SNI: 04-1989-F yang adalah sebesar 5%, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jenis pasir yang digunakan telah memenuhi persyaratan. Hasil pengujian gradasi butiran pasir dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gradasi butiran pasir Hasil MHB yang diperoleh sebesar 2,08. Gradasi butiran pasir tersebut masuk ke dalam daerah nomor 3. Nilai MHB memenuhi spesifikasi ASTM C136-2012 adalah dengan rentang nilai 1,5-3,8, dengan demikian dapat disimpulkan

bahwa jenis pasir yang digunakan memenuhi persyaratan.

Selanjutnya pengujian berat jenis dan penyerapan air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air yang diserap oleh kerikil. Hasil rata-rata berat jenis curah yang diperoleh sebesar 2,58, rata-rata berat jenis kering muka sebesar 2,65, rata-rata berat jenis tampak sebesar 2,63, dan rata-rata penyerapan air sebesar 0,77. Berdasarkan SNI 1969:2008, berat jenis kerikil kondisi SSD yang dapat digunakan dalam campuran beton yaitu berada pada rentang 2,5-2,7, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jenis kerikil yang digunakan memenuhi persyaratan.

Hasil rata-rata kadar keausan yang diperoleh sebesar 32%. Kadar keausan yang memenuhi spesifikasi SNI 2417:2008 adalah kurang dari 40%,

Pengujian keausan bertujuan mengetahui kadar ketahanan kerikil terhadap penghancuran. Dengan hasil pengujian sebesar 32% dapat disimpulkan bahwa jenis kerikil yang digunakan memenuhi persyaratan.

2. Pengujian Berat Jenis Serbuk Karet

Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada karet bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air yang diserap oleh karet. Hasil rata-rata berat jenis curah yang diperoleh sebesar 0,9, rata-rata berat jenis kering muka sebesar 0,97, rata-rata berat jenis tampak sebesar 0,96, dan rata-rata penyerapan air sebesar 7,53%.

3. Mix Design Beton

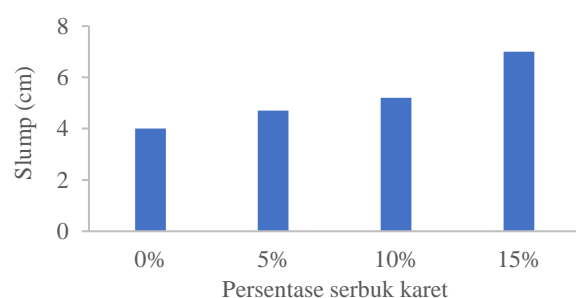
Hasil perencanaan mix design benda uji per kebutuhan silinder ukuran 15x30 cm dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Mix Design Tiap 3 Benda Uji (Silinder 15x30 cm)

Karet	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Karet (kg)
0%	2,89	9,50	15,73	21,29	0,00
5%	2,89	9,50	14,95	21,29	0,29
10%	2,89	9,50	14,07	21,29	0,25
15%	2,89	9,50	13,37	21,29	0,28

4. Pengujian Slump

Hasil pengujian *slump* benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengujian Slump

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai *slump* benda uji beton dengan campuran serbuk karet ban bekas 0%, 5%, 10% dan 15% menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 4,0 mm, 4,7 mm, 5,2 mm, dan 7 mm. Peningkatan nilai *slump* disebabkan karena serbuk karet memiliki sifat yang sulit menyerap air, sehingga adukan beton semakin encer karena air yang terkandung di dalam beton semakin banyak. Hasil uji *slump* menurut SNI 7656:2012 dapat digunakan untuk tipe konstruksi kolom bangunan yaitu berada pada rentang 25–100 mm.

5. Uji Kuat Tekan Beton

Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Dari Gambar 7 dapat dilihat kuat tekan benda uji beton dengan campuran serbuk karet ban bekas 0%, 5%, 10% dan 15% menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 8,7 MPa, 4,4 MPa, 4,05 MPa dan 2,5 MPa. Penurunan nilai kuat tekan beton terjadi karena penambahan serbuk karet ban bekas pada mix design benda uji dan

nilai faktor air semen sebesar 0,35 yang mengakibatkan keropos pada benda uji. Secara visual dapat diamati pada benda uji silinder terjadi keropos seperti pada Gambar 7 sampai Gambar 10 sehingga berperan signifikan dalam menurunkan kuat tekan beton. Keropos yang terjadi diidentifikasi akibat dari FAS yang kecil sehingga pengerjaan pemadatan tidak sempurna. Beton dengan mutu rendah dapat digunakan untuk elemen non struktural.



Gambar 7. Benda Uji 0% Campuran Serbuk Karet Ban Bekas



Gambar 8. Benda Uji 5% Camuran Serbuk Karet Ban Bekas



Gambar 9. Benda Uji 10% Camuran Serbuk Karet Ban Bekas



Gambar 10. Benda Uji 15% Camuran Serbuk Karet Ban Bekas

Hasil uji eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan limbah serbuk karet ban bekas sebagai substitusi parsial agregat halus dalam campuran beton memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Pada persentase substitusi tertentu, beton masih menunjukkan kekuatan yang memenuhi standar minimal konstruksi ringan, meskipun terjadi penurunan kuat tekan dibandingkan dengan beton normal. Hal ini disebabkan sifat elastis dan kurangnya daya ikat antar permukaan serbuk karet dengan pasta semen, yang menyebabkan

porositas lebih tinggi dalam campuran. Namun demikian, penggunaan serbuk karet dalam batas proporsional tertentu tetap dapat diterima dalam aplikasi non-struktural, seperti paving block, trotoar, atau elemen konstruksi sekunder.

Dari sisi keberlanjutan, penelitian ini memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan limbah padat, khususnya limbah ban bekas yang sulit terurai secara alami. Pemanfaatan limbah karet sebagai material alternatif dalam konstruksi tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan tetapi juga mendukung inovasi bahan bangunan ramah lingkungan. Dengan pendekatan ini, beton tidak hanya dinilai dari kekuatannya saja, tetapi juga dari dampak ekologis dan efisiensi bahan. Oleh karena itu, penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut dalam formulasi campuran beton berkelanjutan yang menyeimbangkan aspek teknis dan lingkungan.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemadatan yang tidak sempurna mengakibatkan terjadinya kekeraposan pada beton sehingga mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton. Penambahan serbuk karet sebagai substitusi sebagian agregat halus dapat menurunkan kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsalani, I. H. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Lentur Beton. *19*(02).
- Ashariyanto, Y., Diana, A. I. N., & Desharyanto, D. (2022). Pengaruh Penggunaan Serbuk Kulit Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, *4*(2), 114–119. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v4n2.p114-119>
- BSN (2008). SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta.
- BSN (2008). SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta.
- BSN (2008). SNI 2417:2008 Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Jakarta.
- BSN (2011). SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta.
- BSN (2012). SNI ASTM C123:2012 Metode Uji Partikel Ringan dalam Agregat. Jakarta.
- BSN (2012). SNI ASTM C136:2012 Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar. Jakarta.
- BSN (2012). SNI 7656:2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa. Jakarta.
- BSN (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Jakarta
- Diana, A. I. N., & Desharyanto, D. (2020). Effect of addition waste bottle and fly ash variation to compressive strength environmentally friendly paving block. *Journal of Physics: Conference Series*, *1538*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1538/1/012025>
- Diana, A. I. N., Fansuri, S., & Fatoni, A. F. (2021). An Experimental Study of Plastic Waste as Fine Aggregate Substitute for Environmentally Friendly Concrete. *Advances in Technology Innovation*, *6*(3), 180–190. <https://doi.org/10.46604/aiti.2021.6930>
- Nugroho, G., Faizah, R., & Handoko, D. D. (2022). Pemanfaatan Serbuk Karet Terhadap Kuat Tekan dan Daya Redam Beton non Struktural. *Bulletin of Civil Engineering*, *2*(1), 45–48. <https://doi.org/10.18196/bce.v2i1.13777>
- Nura Diana, A. I., Fansuri, S., & Desharyanto, D. (2020). Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, *9*(2), 172–182. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1788.172-182>
- Nura Diana, A. I., Fansuri, S., & Zainah, N. (2021). Bubuk Limbah Botol Kaca sebagai Pengganti Parsial Agregat Halus dalam Campuran Beton. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, *4*(1), 27–34. <https://doi.org/10.25139/jprs.v4i1.3519>
- Rahmayani, I. S., Saputra, E., & Olivia, M. (2017). Kuat Tekan Dan Porositas Mortar Serbuk Karet Pada Suhu Tinggi. *15*(1), 57–65.
- Saputri, Y. W. (2019). Ta Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Karet Ban Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, *3*(2), 257–266. <https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/187>
- Soebandono, B. (2024). Pengaruh Penambahan Serbuk Karet Ban Bekas Pada Keausan Paving Block. *Kurvatek*, *9*(1), 101–106. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v9i1.4953>