

PEMANFAATAN *CRUMB RUBBER* DAN *RUBBER CHIP* DARI LIMBAH BAN BEKAS TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON

**Yenny Nurhasanah, Abdul Rochman, Nur Khotimah Handayani, Rafif Aryo Irianto,
Achmad Taufiq Sulistyio**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: yn205@ums.ac.id

Abstrak

Crumb Rubber Concrete (CRC) dan Rubber Chip Concrete (RCC) merupakan inovasi beton dengan menggunakan crumb rubber dan rubber chip yang di dapatkan dari limbah ban bekas. Penguraian limbah karet oleh alam membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga dibutuhkan kepedulian terhadap lingkungan untuk memanfaatkan limbah yang terus bertambah, limbah ini di tambahkan pada beton sebagai pengganti bahan tambah agregat halus. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Muhammadiyah Surakarta untuk mengetahui pengaruh penambahan crumb rubber dan rubber chip terhadap sifat mekanis beton (kuat tekan dan tarik belah beton). Penggantian sebagian agregat dengan variasi 0%, 5% dan 10% terhadap volume agregat halus dan agregat kasar. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 150mm dan tinggi 300mm. Pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik beton di lakukan pada umur 28. Pada penambahan 5% crumb rubber terjadi penurunan kuat tekan sebesar 8,78% dan penurunan pada kuat tarik belah sekitar 8,6%. Pada penambahan 10% rubber chip terjadi penurunan kuat tekan sebesar 21,75% dan penurunan pada kuat tarik belah sekitar 14,98%. Nilai kuat tekan dari semua varian masih berada pada ketentuan mutu beton normal, yaitu antara 21 MPa sampai dengan 25 MPa sehingga masih mampu dipergunakan sebagai beton struktural.

Kata kunci: *crumb rubber; rubber chip; limbah karet, kuat tekan, kuat tarik belah*

Pendahuluan

Kehidupan masyarakat Indonesia tidak pernah lepas dari kendaraan bermotor. Indonesia memiliki limbah ban bekas dengan jumlah yang cukup besar yaitu di perkirakan 11 juta ton per tahun (Nastain, 2010), dan jumlahnya akan terus bertambah seiring penambahan jumlah kendaraan dalam negeri. Peningkatan populasi manusia juga membuat jumlah limbah ban bekas yang di buang semakin tinggi sehingga menjadi masalah ekologis dan lingkungan yang serius karena dekomposisi limbah karet dari ban bekas membutuhkan waktu lebih dari 50 tahun (Youssf dkk., 2020).

Pada sisi yang lain, perkembangan teknologi dalam inovasi material semakin maju, termasuk juga dalam pembuatan beton, karakteristik material karet pada ban bekas telah banyak dilakukan pada penelitian terdahulu, bisa diaplikasikan sebagai campuran tanah untuk perbaikan stabilitas (Edeskar, 2006), campuran pada beton (Bisht & Ramana, 2017), dan juga campuran pada mortar dan aspal (Montgomery, 2020). Beberapa studi mengindikasikan bahwa penambahan karet ban bekas bisa mengurangi berat jenis dari beton ataupun mortar, meningkatkan rasio peredaman, bisa sebagai isolator kebisingan dan menurunkan suhu ruang.

Dalam 10 tahun terakhir, penelitian ekstensif telah dilakukan pada beton dengan tambahan remah karet (*Crumb Rubber - CR*) dan juga beton dengan tambahan kepingan karet (*Rubber Chip - RC*), salah satu alasannya adalah potensinya sebagai bahan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. *Crumb Rubber* dalam campuran beton, Muis telah melakukan riset terhadap sifat kuat tekan beton. Kuat tekan beton mampu mencapai nilai 21,03MPa, nilai optimal ini terjadi pada komposisi volume CR 1% terhadap agregat kasar (Muis dkk., 2021).

Namun demikian, penggunaan praktis beton ini dalam industri beton hingga saat ini sangat terbatas. Penelitian ini merupakan bagian dari proyek yang berfokus pada pengembangan beton dengan CR (*Crumb Rubber Concrete - CRC*) dan beton dengan RC (*Rubber Chip Concrete - RCC*) untuk penggunaan praktis dalam konstruksi perumahan, baik rumah sederhana maupun bangunan tingkat rendah. Target desain mutu dan pemrosesan CRC serta RCC pada mutu 20 MPa sampai dengan 25 MPa, kinerjanya diselidiki untuk dibandingkan dengan mutu beton konvensional pada tingkat kekuatan yang sama.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium. Menganalisis mengenai pengaruh penggunaan *crumb rubber* (Gambar 1) dan *rubber chip* (Gambar 2) terhadap sifat mekanis beton yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah. Metode yang digunakan untuk rancangan campurannya adalah SNI 03-6468-2000. Pelaksanaan penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yaitu persiapan alat dan material, pemeriksaan material, perencanaan campuran dan pembuatan benda uji beton, pengujian benda uji, serta analisis data dan pengambilan kesimpulan.

Agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berasal PT. Panca Dharma Beton Surakarta, bahan karet ban bekas di dapat dari limbah yang berada di sekitar kota Surakarta. Limbah ban karet merupakan material yang digunakan untuk menggantikan agregat kasar. Penggunaan CR dirancang 5% dan 10% dari volume agregat halus dan penggunaan RC dirancang 5% dan 10% dari volume agregat kasar. CR dibuat dari limbah karet ban dipotong-potong dengan gergaji besi berukuran $\pm 4,7$ mm atau setara lolos saringan no.4. RC dibuat dari limbah karet ban dipotong-potong dengan gunting besi berukuran maksimal 4 cm menyesuaikan dimensi maksimal agregat kasar 4 cm. Spesifikasi dari limbah ban yang digunakan yaitu bermerk GT Radial yang paling banyak beredar dan di gunakan masyarakat Indonesia. Pencampuran Perhitungan perencanaan campuran beton dapat di lihat pada tabel 1. Metode perancangan campuran dengan SNI tersebut di atas dengan mutu beton rencana 25 MPa serta faktor air semen 0,46.

Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm, periode *curing* diatur selama 28 hari sampai benda uji siap di uji. Semua prosedur pengujian didasarkan yang telah di tetapkan dalam peraturan. Dilaksanakan pengambilan tiga parameter pengujian, yaitu berat volume, uji kuat tekan, kuat tarik belah. Pengujian terhadap sampel di lakukan sampai mencapai data yang konsisten, sehingga dapat meningkatkan akurasi pengesanan.



Gambar 1. *Crumb Rubber*



Gambar 2. *Rubber Chip*

Hasil dan Pembahasan

Tes *Slump*

Pengujian *slump test* dilakukan sebelum beton segar di masukan kedalam cetakan silinder. Pengujian di tujuan untuk mengetahui nilai workabilitas dari beton. Hasil *slump* beton normal 101 mm, *slump* beton CRC 5% adalah 93 mm dan CRC 10% adalah 82 mm. Nilai *slump* pada beton RCC 5% adalah 83,5 mm dan RCC 10% adalah 79 mm. Nilai *slump* beton segar yang di targetkan pada penelitian ini adalah 75 – 150 mm sesuai dengan standar pada SNI. Beton dengan campuran karet mempunyai kecenderungan menurunkan tingkat workabilitas beton segar, baik pada CRC 5% maupun RCC 10%, kondisi ini diprediksi karena karakter permukaan material karet yang tidak mudah terikat dengan pasta semen bersama agregatnya.

Berat Volume Beton

Pengujian berat volume dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara beton konvensional dibandingkan beton dengan campuran karet. Hipotesis awal adalah beton dengan campuran karet akan bisa mengurangi berat volume beton sehingga didapatkan berat volume yang lebih ringan. Hasil data laboratorium menunjukkan bahwa berat volume beton normal adalah 2344,966 kg/m³, beton CRC 5% 2254,921 kg/m³, beton CRC 10% 2071,622 kg/m³, beton RCC 5% 2279,759 kg/m³, dan beton RCC 10% 2077,910 kg/m³ (Tabel 1). Beton dengan campuran karet mampu memberikan nilai berat volume yang lebih ringan sekitar 4 % untuk beton CRC dan sekitar 13 % untuk beton RCC, data membuktikan bahwa beton dengan campuran bahan pengganti agregat dari karet mampu mengurangi berat volume dibandingkan dengan beton konvensional.

Tabel 1. Berat volume beton CRC dan RCC

Tipe Beton	Berat Volume, kg/m ³
Normal	2344,966
CRC 5%	2254,921
CRC 10%	2071,622
RCC 5%	2279,759
RCC 10%	2077,910

Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm, beton di uji pada umur 28 hari dan pengujian di laksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Muhammadiyah Surakarta menggunakan alat uji *Compression Testing Machine* (CTM). Hasil data laboratorium menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal adalah 26,98 MPa, beton CRC 5% 24,621 MPa, beton CRC 10% 21,686 MPa, beton RCC 5% 21,12 MPa, dan beton RCC 10% 19,51 MPa (Tabel 2). Nilai kuat tekan menurun dari beton normal sebesar 8,78 % pada sampel CRC 5% dan turun sebesar 19,64 % pada beton CRC 10 %. Trend penurunan yang sama juga terjadi pada beton RCC.

Pada penggunaan *crumb rubber*, penurunan kuat tekan di indikasikan karena meningkatnya penggunaan agregat ban karet bisa mempengaruhi defisiensi adhesi dalam campuran beton dan partikel karet lunak tidak mampu bertindak sebagai pengisi rongga dalam beton, sebagaimana fungsi dari agregat halus pasir. Pada hasil penelitian terdahulu, penurunan kuat tekan juga bisa disebabkan karena agregat ban karet lebih cenderung mengisi pori-pori campuran beton dengan mengurangi kompresi beton (Isa dkk., 2014). Indikasi yang lain adalah dari penurunan berat isi beton karena tergantinya posisi dari agregat halus dalam campuran tergantikan oleh *crumb rubber* yang memiliki sifat material yang lebih lunak sehingga mempengaruhi daya resistensinya terhadap kuat tekan. Pada analisis nilai kuat tekan terhadap penggunaan *rubber chip* juga terjadi kecenderungan penurunan, hasil ini senada dengan penelitian terdahulu (Handika Setya Wijaya, 2021) (Winansa & Setiawan, 2019). Dalam konteks daya ikat pada agregat, material karet CR maupun RC terindikasi lebih lemah dikarenakan memiliki sifat permukaan yang berbeda dibandingkan agregat halus pasir dan agregat kasar kerikil.

Tabel 2. Kuat tekan beton CRC dan RCC

Tipe Beton	Kuat Tekan, MPa
Normal	26,98
CRC 5%	24,621
CRC 10%	21,686
RCC 5%	21,12
RCC 10%	19,51

Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm, beton di uji pada umur 28 hari dan pengujian di laksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Muhammadiyah Surakarta menggunakan alat uji *Compression Testing Machine* (CTM). Nilai kuat tarik belah dengan penambahan *crumb rubber* mengalami kecenderungan penurunan jika dibandingkan dengan beton tanpa *crumb rubber*, terlihat pada kuat tarik belah beton konvensional sebesar 2,67 MPa sedangkan beton dengan penambahan *crumb rubber* sampel CRC 5% turun sampai dengan 2,40 MPa. Untuk nilai terendah kuat tarik belah beton yaitu terdapat pada sampel CRC 10% yang hanya mampu mencapai nilai sebesar 2,19 MPa, atau turun sekitar 8,6 % pada sampel CRC 5% dan 17,9 % pada sampel CRC 10% (Tabel 3). Senada dengan peneliti terdahulu, nilai kuat tarik belah beton diperankan oleh daya ikatan antara agregat halus (pasir dan CR) dengan pengikat atau semen, hasil analisis mengindikasikan terjadi penurunan kuat tarik belah beton. Karakter material karet *crumb rubber* memiliki sifat yang lunak, sehingga ketika beton berada di uji kuat tarik maka karet belum maksimal menggantikan peranan aggregate (Irmawaty & Muhaimin, 1999). Semakin tinggi prosentase penggantian agregat halus dengan *crumb rubber* pada campuran beton semakin besar juga nilai penurunan kuat tarik belahnya.

Analisis hasil kuat tarik belah dari sampel silinder beton *rubber chip* dengan kadar 5% adalah 2,27 MPa dan pada sampel *rubber chip* 10% mendapatkan hasil sebesar 2,08 MPa (Tabel 3). Pada Penelitian yang dilakukan oleh Handika dan Evangelino, juga mendapatkan kecenderungan yang sama yaitu penurunan nilai kuat Tarik belah beton dengan penambahan *rubber chip* (Handika Setya Wijaya, 2021). Semakin besar prosentase penambahan *rubber chip* pada campuran beton akan semakin menurun juga nilai kuat tarik belahnya, seiring dengan berkurangnya komposisi agregat kasar kerikil yang digantikan perannya oleh *rubber chip* sebagai penahan beton terhadap perilaku kuat tarik belah beton.

Tabel 3. Kuat tarik belah beton CRC dan RCC

Tipe Beton	Kuat Tarik Belah, MPa
Normal	2,67
CRC 5%	2,40
CRC 10%	2,19
RCC 5%	2,27
RCC 10%	2,08

Kesimpulan dan Saran

Dari semua parameter yang diukur, tingkat workabilitas, berat volume beton, nilai kuat tekan, dan nilai kuat tarik belah semua menunjukkan kecenderungan nilai yang lebih rendah dari pada beton konvensional. Tetapi nilai-nilai dari semua parameter tersebut masih berada pada rentang standar mutu sebagai beton yang bisa dipakai sebagai elemen struktural sesuai yang disyaratkan dalam peraturan SNI. Pada penelitian selanjutnya diperlukan karakterisasi karet limbah ban bekas untuk melihat data-data properti seperti berat jenis karet, kuat tarik karet, nilai kekerasan dan modulus elastisitasnya. Begitu juga diperlukan pembatasan pada jenis merk pabrikan dan usia ban bekas.

Daftar Pustaka

- Bisht, K., & Ramana, P. (2017). *Evaluation of mechanical and durability properties of crumb rubber concrete*. *Construction and Building Materials*, 155, 811–817. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2017.08.131>
- Edeskar, T. (2006). *Use of tyre shreds in civil engineering applications: technical and environmental properties*. Theses. <http://epubl.ltu.se/1402-1544/2006/67/index-en.html>
- Handika Setya Wijaya, E. (2021). *Pengaruh Penambahan Bahan Limbah Ban Bekas Terhadap Kekuatan Beton*. *Jurnal Qua Teknika Fakultas*, 11(1), 1–9.
- Irmawaty, R., & Muhaimin, A. (1999). *Studi Perilaku Mekanik Beton Crumb Rubber*. Hasanudin University Repository.
- Isa, N., Zaki, M. M., Sofri, L., Rahim, M., & Ghazaly, Z. (2014). *The Use of Rubber Manufacturing Waste as Concrete Additive*. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 4(1), 12–18.
- Montgomery, D. (2020). *Resource Responsible Use of Recycled Tire Rubber in Asphalt Pavements*. Federal Highway Administration, April.
- Muis, K., Trinanda, A., & Nasmirayanti, R. (2021). *Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Limbah Karet Terhadap Kuat Tekan Beton*. *Civil Engineering Collaboration*, 6, 24–28. <https://doi.org/10.35134/jcivil.v6i1.19>
- Nastain. (2010). *Pemanfaatan Pemotongan Ban Bekas Untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku*. *Dinamika Rekayasa*, 6(1).
- Winansa, F., & Setiawan, A. (2019). *Kajian Penggunaan Potongan Ban Bekas Terhadap Kuat Tekan Beton*. *Widyakala Journal*, 6, 1. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.158>
- Youssf, O., Mills, J., Benn, T., Zhuge, Y., Ma, X., Roychand, R., & Gravina, R. (2020). *Development of Crumb Rubber Concrete for Practical Application in the Residential Construction Sector – Design and Processing*. *Construction and Building Materials*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119813>