

Pengaruh Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Ban Bekas pada Campuran Beton Terhadap Daya Redam Getaran

Effect of fine aggregate replacement by used rubber tire crumbs on damping capacity of concrete

M. Farhan Mufid Kusuma, Restu Faizah, Guntur Nugroho

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Limbah ban bekas merupakan salah satu limbah yang sulit untuk diatasi, karena karet ban sulit untuk di urai bahkan didaur ulang. Limbah ini, akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya produksi kendaraan di masyarakat. Salah satu upaya untuk mengolah limbah ban bekas adalah merubah ban bekas menjadi serbuk yang dapat dimanfaatkan untuk peredam gesekan di lapangan, merubah ban bekas menjadi minyak, bahkan merubahnya menjadi furniture. Inovasi dalam bidang teknik sipil ialah dengan mengganti agregat halus dengan ban bekas. Penggantian ini diharapkan dapat menciptakan beton ramah lingkungan. Metode yang digunakan adalah membuat benda uji berbentuk silinder dan balok, serta melakukan varian serbuk ban bekas dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Benda uji silinder digunakan untuk mengetahui kuat tekan yang dimiliki tiap varian presentase serbuk ban bekas, sedangkan benda uji balok digunakan untuk mengetahui daya redam pada masing-masing varian campuran. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin *compression tester machine*, dan pengujian daya redam beton menggunakan *akselerometer* getaran. Hasil dari pengujian dapat diketahui bahwa, semakin banyak presentase serbuk ban bekas yang digunakan maka akan semakin menurun kuat tekan yang dimiliki beton. Sedangkan, untuk daya redam yang dimiliki, semakin banyak presentase campuran serbuk ban bekas maka semakin besar pula daya redam yang dimiliki. Hasil tersebut dapat menjadi sebuah tolak ukur untuk pengembangan beton ramah lingkungan, dan dapat menahan getaran lebih baik.

Kata kunci : Limbah ban bekas, *akselerometer* getaran, kuat tekan, daya redam

Abstract. Used rubber tire is one of the waste that is difficult to overcome, because rubber tire is difficult to break even recycled. This waste, will be increasingly increased with the increase in the production of vehicles in the community. One effort to cultivate waste tire used is to convert used tires into powder that can be utilized for friction reducer in the field, change the tire used into oil, even change it into furniture. Innovation in civil engineering is to replace smooth aggregate with used tire powder. These substitutions are expected to create environmentally friendly concrete. The method used is to create cylinder and beam shaped test objects, as well as to perform variants of used tire powder with a percentage of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Cylindrical test objects are used to know the strong press that has each variant of the Used tire powder percentage, while the beam test objects are used to know the adhesion of each variant of the mixture. Concrete press testing is performed using the compression tester machine, and concrete adhesion testing using vibration accelerometer. The results of the test can be noted that more and more of the used tire powder percentage fed will be declining by the concrete press. Meanwhile, for the power of adhesion, the more the percentage of used tire powder mixture, the greater the power of the mute owned. These results can be a benchmark for the development of environmentally friendly concrete, and can withstand better vibrations.

Keywords : Used rubber tire, vibration accelerometers, strong press, muted power

1. Pendahuluan

Permasalahan limbah merupakan masalah yang sedang dihadapi tidak hanya Indonesia, namun juga dunia. Limbah plastik, kertas, dan sebagainya merupakan bentuk pencemaran lingkungan yang sangat mengganggu ekosistem alam sekitar. Salah satu limbah yang ditemui adalah limbah ban bekas. Limbah ini termasuk dalam limbah yang sulit untuk di daur ulang, atau dimanfaatkan kembali. Umumnya, ban yang sudah tidak dipakai maka akan ditinggalkan begitu saja, bahkan sedikit sekali perhatian pemerintah terhadap limbah ini. Inovasi dalam bidang teknik sipil untuk limbah ini adalah penggunaan serbuk ban bekas pada campuran beton.

Penggunaan serutan ban bekas ini sudah banyak dilakukan pengujian, salah satunya adalah penggunaan biji karet sebagai pengganti agregat kasar (Yuhesti, 2019). Beton yang diberi campuran karet akan mengalami penurunan kuat tekan. Penelitian sebelumnya mengenai kuat tekan beton dengan campuran karet pernah dilakukan oleh Yung dkk (2013). Pada penelitian yang dilakukan diketahui bahwa terjadi penurunan pada setiap banyaknya campuran yang di campurkan. Putra (2015) pada campuran beton dan limbah ban sebagai agregatnya, memiliki kuat lentur yang lebih kecil dibandingkan dengan beton normal.

Sedangkan untuk redaman, pernah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Liang dkk (2016), Lee dkk (2018), dan Faizah (2019), dalam penelitiannya mengungkapkan semakin banyak campuran serutan karet ban pada beton maka semakin meningkat daya redam yang dimiliki beton.

Dalam analisis kali ini bertujuan untuk mengetahui daya redam yang dimiliki suatu beton dengan penggantian agregat halus dengan serbuk ban bekas. Kemudian, menguji kuat tekan yang dimiliki sebagai acuan layak atau tidak penggunaan serbuk ban bekas pada campuran beton untuk bidang struktur bangunan, dan sebagai inovasi beton remah lingkungan.

2. Metode Penelitian

Pengujian *slump flow*

Pengujian *slump* beton segar dilakukan pada tiap-tiap variasi campuran beton menggunakan kerucut *abrams*.

Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan *compression tester machine*. Hasil pengujian yang diperoleh kemudian dihitung kuat tekan dengan menggunakan persamaan,

$$F_c = \frac{P_{\max}}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan,

F_c = kuat tekan maksimum (MPa)

P_{\max} = beban maksimum (gr)

A = luas penampang (cm²)

Pengujian daya redam

Pengujian daya redam menggunakan alat *akselerometer* sebagai sensor untuk menangkap gaya getaran pada beton. Beton yang diuji masing-masing berumur 28 hari. Perhitungan daya redam menggunakan persamaan,

$$\delta = \ln \frac{y_1}{y_2} \dots\dots\dots(2)$$

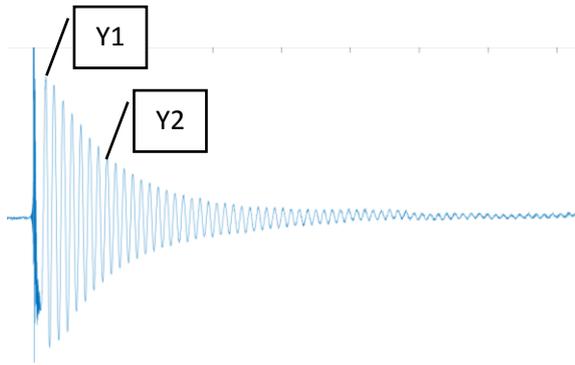
$$\varepsilon = \frac{\delta}{2\pi} \dots\dots\dots(3)$$

dengan,

δ = *Logarithmic decrement*

y_1, y_2 = simpangan getaran (cm)

ε = koefisien redaman (%)



Gambar 1. Gelombang getaran

Gelombang getaran yang ditunjukkan pada Gambar 1, merupakan contoh peristiwa

redaman dalam beton, y_1 merupakan titik awal/puncak suatu gelombang setelah diberi pukulan, dan y_2 merupakan nilai setengah dari y_1 yang merupakan penurunan gelombang.

Mix Design Beton

Mix design yang digunakan yaitu menurut pada peraturan SNI 7656-2012. Dengan target kuat tekan 35 MPa. Pada Tabel 1 tampilan mix design per m^3 pada tiap varian.

Tabel 1. Mix Design untuk m^3

Presentase Serbuk Ban Bekas	Bahan (kg/m^3)				
	Semen	Air	Kerikil	Pasir	Serbuk
0%	578,22	148,11	1083,85	873,69	-
5%				830,19	43,69
10%				786,5	87,39
15%				742,8	131,08
20%				1083,85	174,78



(a)



(b)



(c)

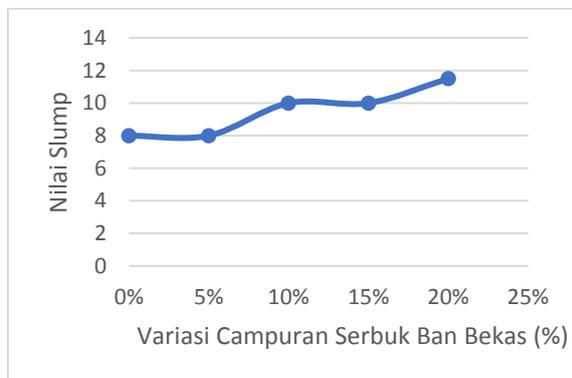
Gambar 2. (a) akselerometer dan program matlab; (b) pemasangan sensor ke benda uji; (c) pengujian getaran dengan cara manual

Persiapan pengujian daya redam dapat dilihat pada Gambar 2 (a) yang merupakan alat *akselerometer* yang dihubungkan dengan program *matlab* sebagai pembacanya. Pada Gambar 2 (b) menunjukkan pemasangan sensor pada beton, dan pada Gambar 2 (c) merupakan cara pemberian pukulan pada beton, yang akan dilihat daya redam yang dimiliki beton tersebut.

3. Hasil dan pembahasan

Pengujian *slump*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat *workability* pada suatu campuran beton. Hasil pengujian *slump* campuran beton dan serbuk ban bekas dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai *slump* yang dihasilkan mengalami kenaikan nilai *slump* yang mengartikan bahwa campuran sangat encer, karena ikatan antar partikel agregat tidak menyatu dengan baik, akibat serbuk ban bekas yang tidak bisa berikatan maupun menyerap air.



Gambar 3. Grafik hubungan presentase serbuk ban bekas dan nilai *slump*

Pengujian kuat tekan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan *compression tester machine*. Hasil

pengujian kuat tekan beton dengan variasi presentase campuran mengalami penurunan seiring banyaknya campuran serbuk ban bekas pada beton. Hal ini disebabkan karena material yang tidak berikatan dengan baik akibat serbuk ban bekas di dalam beton.

Hasil keseluruhan uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 4. Grafik hubungan presentase serbuk ban bekas dan kuat tekan

Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4, menunjukkan bahwa penurunan secara signifikan berada pada campuran serbuk 5% yang memiliki nilai kuat tekan 20.5 MPa. Sedangkan pada variasi 10%, 15%, dan 20% memiliki nilai kuat tekan berturut-turut 15,8 MPa, 12,9 MPa, dan 12,3 MPa.

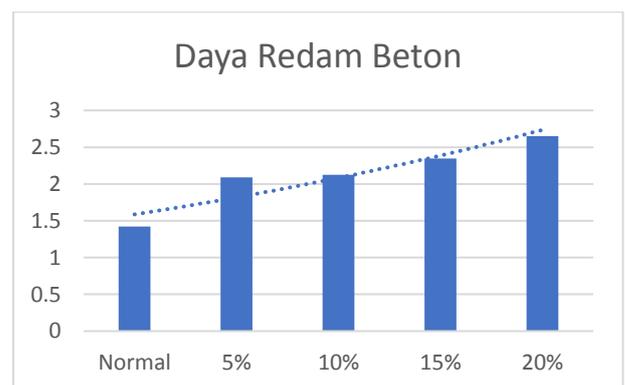
Pengujian daya redam

Pengujian daya redam menggunakan alat *akselerometer* untuk mendeteksi getaran di dalam beton setelah digetarkan dengan bantuan *software matlab* dan *national instrument* sebagai penyimpan dan pembaca sensor. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Semakin banyak campuran serbuk ban bekas maka semakin tinggi daya redam yang dimiliki beton.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Usia (hari)	Kadar Serbuk Ban Bekas (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
PGB (1)	28	0	31,82	
PGB (2)	28	0	30,79	33,06
PGB (3)	28	0	36,56	
PGB 5% (1)	28	5	19,61	
PGB 5% (2)	28	5	21,13	20,53
PGB 5% (3)	28	5	20,53	
PGB 10% (1)	28	10	14,53	
PGB 10% (2)	28	10	16,14	15,79
PGB 10% (3)	28	10	16,71	
PGB 15% (1)	28	15	13,46	
PGB 15% (2)	28	15	12,19	12,90
PGB 15% (3)	28	15	13,05	
PGB 20% (1)	28	20	12,46	
PGB 20% (2)	28	20	11,60	12,33
PGB 20% (3)	28	20	12,92	

Pada Gambar 5, menunjukkan grafik hasil dari nilai daya redam yang dimiliki beton dengan variasi yang berbeda. Secara garis besar, terjadi peningkatan pada pengujian yang dilakukan. Nilai daya redam pada beton Normal, 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut sebesar 1,42% , 2,1%, 2,13%, 2,3%, dan 2,6%.



Gambar 5. Grafik hubungan persentase serbuk ban bekas dan *damping* rasio

Tabel 3. Hasil pengujian redaman

No	Variasi	y1	y2	N	Logarithmic Decrement (δ)	Damping Rasio (ϵ)	(%)	Rata- rata (%)
1	Normal	0.2817	0.1375	8	0.717	0.0149	1,429	
2	Normal	0.212	0.1027	7	0.625	0.01421	1.421	1.421
3	Normal	0.0635	0.03118	8	0.711	0.01415	1.415	
4	Serbuk 5%	0.04375	0.02008	6	0.7788	0.02065	2.065	
5	Serbuk 5%	0.07395	0.03426	5	0.7694	0.02449	2.449	2.09
6	Serbuk 5%	0.04101	0.02116	6	0.6617	0.01755	1.755	
7	Serbuk 10%	0.0332	0.0167	5	0.6907	0.02198	2.198	
8	Serbuk 10%	0.04532	0.02132	6	0.7541	0.02000	2.000	2.1262
9	Serbuk 10%	0.05087	0.02565	5	0.6847	0.02179	2.179	
10	Serbuk 15%	0.11	0.04964	6	0.7957	0.0211	2.11	
11	Serbuk 15%	0.1034	0.05016	5	0.7234	0.02303	2.303	2.3458
12	Serbuk 15%	0.06788	0.0351	4	0.6596	0.02624	2.624	
13	Serbuk 20%	0.04872	0.02167	5	0.8102	0.02579	2.579	
14	Serbuk 20%	0.03773	0.0166	4	0.8211	0.03267	3.267	2.6496
15	Serbuk 20%	0.03942	0.01784	6	0.7928	0.0213	2.103	

Pembahasan

Pengaruh nilai slump flow terhadap kuat tekan beton

Hasil dari pengujian *fresh properties* dapat diketahui bahwa semakin banyak campuran serbuk ban bekas maka semakin tinggi nilai *slump* yang dimiliki. Campuran

serbuk ban bekas menyebabkan material agregat sulit untuk tercampur sehingga campuran beton cepat mengering akibat air yang tidak dapat tercampur sempurna. Hal ini menyebabkan ketidak padatan beton dan mengurangi kuat tekan yang dimiliki.

Pengaruh variasi campuran serbuk ban bekas terhadap kuat tekan

Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat diketahui bahwa, penggantian serbuk ban bekas pada campuran beton menurunkan kuat tekan yang dimiliki beton. Semakin banyak campuran serbuk ban bekas pada beton maka semakin menurunkan kuat tekan yang dimiliki. Menurunnya kuat tekan ini diakibatkan kepadatan campuran beton yang berkurang karena serbuk ban bekas.

Pengaruh variasi campuran serbuk ban bekas terhadap daya redam

Hasil dari pengujian daya redam dapat diketahui bahwa, penggantian serbuk ban bekas terhadap agregat halus pada campuran beton meningkatkan daya redam getaran yang dimiliki beton. Semakin tinggi presentase campuran serbuk ban bekas pada beton, maka semakin tinggi pula daya redam yang dimiliki beton. Hal ini disebabkan getaran yang terjadi pada beton, dihambat oleh serbuk ban bekas yang terdapat pada beton, sehingga getaran tidak menyebabkan kerusakan atau keretakan pada beton.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dan diuraikan pada bab-bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan serbuk ban bekas sebagai pengganti agregat halus menyebabkan campuran beton mengalami penurunan pada tingkat *workability*, sehingga pencetakan beton sulit dilakukan seiring banyaknya presentase varian serbuk ban bekas.
2. Penggantian serbuk ban bekas meningkatkan kemampuan daya redam yang dimiliki beton terhadap getaran yang diterima, sehingga beton tidak mengalami kerusakan atau keretakan.
3. Seiring bertambahnya campuran serbuk ban bekas pada beton, menurunkan kuat tekan yang dimiliki beton. Serbuk ban bekas menyebabkan pengikatan antar material dan air tidak sempurna dan kepadatan yang dimiliki pun rendah.

5. Daftar Pustaka

- Faizah, R., Henricus, P., dan Akhmad, A., 2019, *An Investigation on Mechanical Properties and Damping Behaviour of Hardened Mortar with Rubber Tire Crumbs (RTC)*, MATEC Web Conferences 258,05002 (2019).
- Lee, K. S., Jeong-Il, C., Se, E. P., Jae-Seung, H., dan Bang, Y. L., 2018, *Damping Property Of Prepacked Concrete Incorporating Coarse Aggregates Coated With Polyurethane*, Cement and Concrete Composites 93 (2018) 301–308.
- Liang, C., Tiejun L., Jianzhuang, X., Dujian, Z., dan Qiuwei, Y., 2016, *The Damping Property Of Recycled Aggregate Concrete*, C. Liang et al. / Construction and Building Materials 102 (2016) 834–842 835.
- Putra, L. O., 2015, *Perilaku Lentur Beton Yang Menggunakan Limbah Ban Sebagai Agregat*, Fakultas Teknik. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Yuhesti, S., 2014, *Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja Dan Conplast Wp421*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol.2. No.3.
- Yung, H. W., Lin, C. Y., Lee, dan H. H., 2013, *A Study Of The Durability Properties Of Waste Tire Rubber Applied To Self-Compacting Concrete*, Construction and Building Materials 41 (2013) 665–672.

