



JRT PPI 7 (1) (2016)

Jurnal Riset  
Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Journal homepage : [ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi](http://ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi)

Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

## Pemanfaatan serutan karet ban bekas sebagai substitusi pasir silika pada CLC (*Cellular Lightweight Concrete*)

*Application of shredded tires waste as silica substitution in cellular lightweight concrete (CLC)*

Agung Budiarto\*, Agus Purwanto

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Jl. Ki Mangunsarkoro No 6 PO Box: 829, Semarang 50136, Indonesia

### INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel :

Diterima 30 Maret 2016

Direvisi 26 April 2016

Disetujui 26 April 2016

Dipublikasikan 11 Mei 2016

Keywords :

CLC

shredded rubber tires

compressive strength

### ABSTRAK

*Cellular Lightweight Concrete (CLC)* adalah jenis beton ringan ramah lingkungan dikarenakan proses pembuatannya menggunakan energi yang lebih sedikit daripada bata merah. Namun sebagai salah satu turunan beton, CLC juga memiliki sifat getas. Mempertimbangkan cara untuk memperbaiki sifat-sifat CLC yang getas, maka diperlukan substitusi bahan yang dapat menggantikan material dasar beton. Salah satu substitusi material beton adalah dengan menggunakan limbah karet dari ban bekas yang diserut (panjang  $\pm$  2-3 cm, dia.  $\pm$  2-4 mm). Ban karet dapat memberikan sifat elastis dan mencegah retak karena memiliki modulus elastisitas 0,77-1,33 MPa, dan memiliki berat isi antara 1,08-1,27 t/m<sup>3</sup>. Dalam percobaan ini, dibuat 6 formulasi bahan baku blok beton ringan dan memperoleh 2 formula dengan potensi untuk dimodifikasi. Formula P4 memiliki berat isi yang paling ringan sekitar 903 kg/m<sup>3</sup> dengan perbandingan PS:PC:KP:Al:Air sebesar 63%:12%:2,7%:0,14%: 23% sedangkan formula P6 memiliki kuat tekan tertinggi mencapai 6 N/mm<sup>2</sup> dengan perbandingan PS:PC:KP:Al:Air:PFA sebesar 63%:6%:2,7%:0,14%:23%:6%. Modifikasi dibuat dari P4 dan P6 mengganti komposisi pasir silika dengan serutan ban karet mulai dari 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, sampai dengan 50%. Pemakaian limbah karet ban bekas yang diserut dapat meningkatkan kuat tekan blok beton ringan tersebut hingga substitusi 50% limbah dengan densitas antara 1.160 – 1.330 kg/m<sup>3</sup>.

### ABSTRACT

*Cellular Lightweight Concrete (CLC)* is described as environmentally friendly lightweight concrete because it uses less energy than red brick in the manufacturing process. Unfortunately, as one of concrete's derivative, CLC is naturally brittle. Considering ways to improve the properties of CLC brittle, the substitution of materials that can replace concrete material is required. One of the concrete material substitution is using rubber waste from shredded tires waste ( $\pm$  2-3 cm long, dia.  $\pm$  2-4 mm). Rubber tires can enhance elastic properties and also prevent cracks because it has modulus elasticity of 0.77 to 1.33 MPa, and has a low weight contents ranging from 1.08 to 1.27 t/m<sup>3</sup>. In this experiment, 6 formulation of raw materials lightweight concrete were made and then gained 2 formulas which has potential to be modified. Sample P4 had the lightest unit weight, which was approximately 903 kg / m<sup>3</sup> with a ratio of SS:PC:LS:Al:W by 63%: 12% : 2.7%: 0.14%: 23% . P6 formula had the highest compressive strength, reached 6 N/mm<sup>2</sup>, with formula SS:PC:LS:Al:W:PFA by 63%:6%:2.7%:0.14%:23%:6%. Modification was made out of sample P4 and P6, by changing the composition of silica sand with shredded rubber tires ranging from 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, up to 50%. The utilization of shredded tires waste was able to improve the compressive strength of lightweight brick up to 50% substitution of waste with a density of 1160-1330 kg / m<sup>3</sup>.

© 2016 BBT PPI

\*Alamat korespondensi :

E-mail : [aghatoo@gmail.com](mailto:aghatoo@gmail.com) (A. Budiarto)

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi ramah lingkungan diterapkan di berbagai sektor kehidupan, baik sektor industri, perdagangan, pertanian, perikanan, jasa konstruksi dan lain sebagainya. Yang dimaksud dengan teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang diciptakan untuk mempermudah kehidupan manusia namun tidak mengakibatkan kerusakan atau memberikan dampak negatif pada lingkungan di sekelilingnya. Prinsip dari teknologi yang ramah lingkungan ini ada enam, yakni *Recycle, Recovery, Reduce, Reuse, Refine*, serta *Retrieve Energy*.

Pada dasarnya proses produksi meliputi 3 tahapan yaitu *pre process, in process* dan *post process*. Tahap *pre process* adalah tahap awal yang meliputi persiapan bahan baku, bahan pembantu dan peralatan, sedangkan tahap *in process* adalah tahap dimana proses produksi terjadi, dan tahap *post process* atau tahap akhir adalah tahap dimana hasil produksi yang berupa produk jadi dihasilkan. Di setiap tahapan proses produksi biasanya dihasilkan produk samping yang berupa limbah, bisa berupa limbah padat, limbah cair maupun limbah gas. Limbah ini yang pada prinsipnya apabila tidak diproses dapat mencemari dan merusak lingkungan. Dengan mengacu prinsip teknologi ramah lingkungan diharapkan limbah industri ini tidak mencemari lingkungan.

Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan dalam industri blok beton ringan tipe CLC (*Cellular Lightweight Concrete*), dikarenakan dalam proses pembuatannya CLC menggunakan energi yang lebih rendah daripada bata merah dan tidak menghasilkan polusi akibat proses pembakaran, seperti yang terjadi pada proses pembuatan bata merah. Blok beton ringan CLC mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan dari batu bata tanah liat konvensional. Sebagaimana sifat beton, CLC sebagai bahan bangunan turunan dari beton juga mempunyai sifat getas, sehingga perlu dipertimbangkan cara perbaikannya. Dalam perkembangannya beton dan blok beton (batako & beton ringan) mulai menggunakan bahan substitusi untuk mengurangi sifat getas itu. Maka dilakukan upaya substitusi bahan yang dapat menggantikan material beton. Salah satu

substitusi material beton ini dapat menggunakan limbah anorganik (Murdock, 1991).

Salah satu jenis limbah anorganik hasil dari sisa produksi adalah limbah ban karet yang merupakan sisa dari pemakaian ban mobil. Kebutuhan produksi ban di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2008 produksi ban dalam negeri mencapai 39,8 juta buah/tahun, sedangkan tahun 2009 sendiri mencapai 41 juta/tahun buah. Rata-rata produksi ban dalam negeri mencapai 40 juta buah/tahun (Asosiasi Pengusaha Ban Indonesia, 2009). Seiring dengan itu, maka volume limbah ban yang tidak terpakai di lingkungan semakin meningkat, sehingga limbah ban karet ini dapat dijadikan alternatif dari segi kuantitas karena tingkat kelangkaannya rendah. Pada sisi lain, pemanfaatan ban karet di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain untuk pelindung dermaga (fender), tali, sandal, tempat sampah dan kerajinan kursi. Ban karet dapat memberikan sifat kelenturan dan mencegah keretakan pada bata ringan. Ban karet sendiri memiliki modulus elastisitas 0,77-1,33 MPa, dan memiliki berat isi yang rendah yaitu berkisar antara 1,08-1,27 t/m<sup>3</sup> (Yang, et, al, 2002; Moo et al, 2003).

Dari penelitian yang dilakukan oleh Satyarno (2006) diketahui bahwa penggunaan substitusi serutan ban karet dapat meningkatkan daktilitas beton karena menurunkan modulus elastisitas, namun mengurangi sifat-sifat mekanika beton seperti kuat tekan dan kuat lentur serta sifat fisiknya seperti berat isi. Menjawab permasalahan lingkungan dari pengelolaan limbah karet ban bekas dan untuk meningkatkan daya saing IKM bahan bangunan, maka dilakukan kegiatan penelitian pengembangan bahan bangunan yang ramah lingkungan melalui pembuatan blok beton ringan CLC dengan substitusi bahan menggunakan serutan limbah karet ban bekas sebagai pengganti agregat halus (pasir silika).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir silika, semen portland, *fly ash*, kapur tohor, bubuk aluminium, air dan serutan karet ban bekas, serta air bersih

yang tidak mengandung lumpur, minyak dan bahan terasung lainnya.

Pasir silika berukuran < 1,5 mm, dengan kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata >90%, dan dengan *bulk density* sebesar 1,45 kg/m<sup>3</sup> sebagai agregat halus blok beton ringan. Sedangkan limbah karet dari ban bekas diparut dengan ukuran parutan kelapa (panjang ±2-3 cm dia.±2-4 mm) sebagai material substitusi untuk pengganti pasir silika. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I atau biasa disebut *OPC (Ordinary Portland Cement)* untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat dan kekuatan tekan awal sebagai bahan perekat blok beton ringan.

*Fly ash* yang digunakan adalah PFA (*Purified Fly Ash*) yaitu *fly ash* dari sisa pembakaran batu bara yang dimurnikan sehingga tidak mengandung karbon. Adanya kemiripan sifat fisik dan kimiawi antara *fly ash* dan semen Portland menjadikan material *fly ash* dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan beton mutu tinggi. Lebih lanjut, bentuk partikel *fly ash* yang lebih halus memberikan keuntungan, dimana penggunaannya dapat memperkecil porositas beton. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal peningkatan kekuatan beton.

Alat-alat utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sendok semen, sekop, mesin pengaduk (*mixer*), cetakan *stainless steel* berdimensi 20x10x20 cm, ember plastik, gelas ukur, cangkul, gelas ukur dan mesin uji kuat tekan beton dari Laboratorium Bahan Bangunan BPIK.

## 2.2. Uji coba pendahuluan penentuan formula

Uji coba ini dilakukan untuk membuat beberapa variasi formula. Formula yang digunakan berdasarkan formulasi yang digunakan oleh salah satu pabrik blok beton ringan di daerah kabupaten Demak. Variasi tersebut diantaranya adalah dengan, mengganti 50% penggunaan semen dengan variasi penggunaan PFA (*Purified Fly Ash*), variasi penggunaan serbuk alumunium, dan variasi penambahan volume air.

Langkah percobaan yang dilakukan yaitu dengan mencampur semua variable dengan perbandingan pada Tabel 1. hingga homogen, kemudian dicetak dan dikeringkan

sampai 14 hari. Pada hari ke-14 cetakan dibuka dan sampel di angin-anginkan hingga umur 28 hari. Setelah 28 hari dari proses pencetakan, sampel siap untuk diuji kuat tekan dan diukur densitasnya.

Dari hasil percobaan dipilih formula yang menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi dan densitas terendah. Formula inilah yang digunakan untuk percobaan selanjutnya.

## 2.3. Uji coba substitusi pasir silika dengan karet ban bekas

Ujicoba dilakukan dengan variasi komposisi limbah karet ban bekas dengan proporsi 10% hingga 50%. Langkah pembuatan sampel substitusi dilakukan sama dengan proses uji coba formula. Sampel kode Px dikembangkan menjadi sampel Px', dilanjutkan dengan Px'-I adalah formula Px dengan substitusi karet bekas 10%, Px'-II adalah formula Px dengan substitusi karet bekas 20%, Px'-III adalah formula Px dengan substitusi karet bekas 30%, Px'-IV adalah formula Px dengan substitusi karet bekas 40%, Px'-V adalah formula Px dengan substitusi karet bekas 50% sesuai Tabel 2.

## 2.4. Pengujian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm. sampel tersebut diukur densitasnya dan diuji kuat tekan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{p.l}$$

dimana  $f'c$  = kuat tekan balok beton

$P$  = beban maksimum

$p$  = panjang balok

$l$  = lebar balok

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

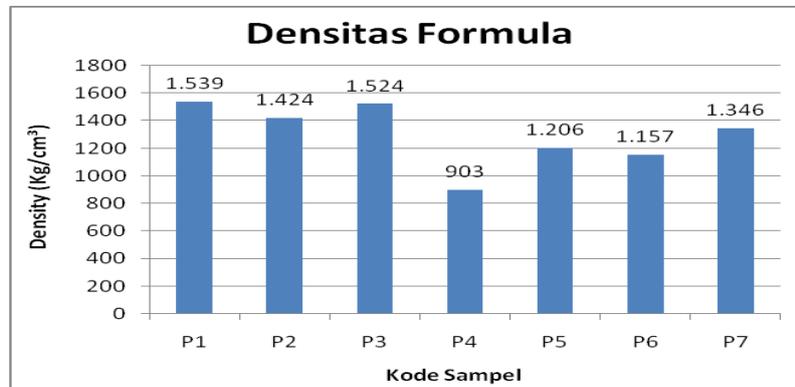
### 3.1. Uji coba Pendahuluan

Formula yang diperoleh dari salah satu pabrik blok beton ringan di daerah kabupaten Demak diujicobakan dengan membuatnya dalam skala kecil dan kemudian divariasikan menjadi 7 (tujuh) formula sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel 1. berikut :

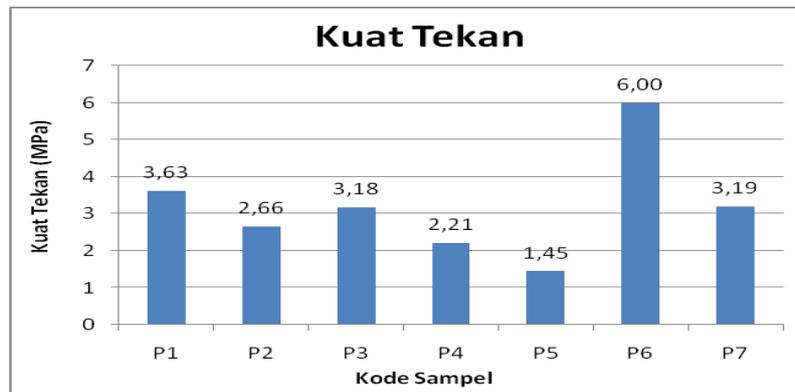
Tabel 1. Formula uji coba pendahuluan

No.	Kode Sampel	Komposisi (ml)							Dimensi (cm)			Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (MPa)
		PS	PC	KP	Al	Air	PFA	Kr	P	L	T		
1.	P1	2081	394	90	1,9	835	-	-	12,8	12,2	10,2	1.539	3,63
2.	P2	2081	394	90	3,3	600	-	-	18,5	14,2	10,4	1.424	2,66
3.	P3	2081	394	90	1,9	600	-	-	20,3	12,4	9,7	1.524	3,18
4.	P4	2081	394	90	4,7	750	-	-	20,2	17,9	10,2	<b>903</b>	2,21
5.	P5	2081	197	90	3,3	750	197	-	14,5	14,3	8,0	1.206	1,45
6.	P6	2081	197	90	4,7	750	197	-	11,7	11,4	11,4	1.157	<b>6,00</b>
7.	P7	1871	394	90	3,3	600	-	210	19,0	13,2	10,4	1.346	3,19

Keterangan : - PS : Pasir Silika - Al : Aluminium Powder  
 - PC : Portland Cement (Semen) - PFA : Purified Fly Ash  
 - KP : Kapur - Kr : Karet



Gambar 1. Perbandingan densitas dari masing-masing sampel



Gambar 2. Perbandingan kuat tekan dari masing-masing sampel

Densitas merupakan berat sampel dibagi dengan volume, dimana berat dan volume yang dimaksud adalah berat dan volume pada saat pengukuran berat yang dilakukan setelah usia 28 hari. Secara umum batas densitas beton yang dapat dianggap sebagai beton ringan adalah jika kurang dari 1.800 kg/m<sup>3</sup>. Setelah sampel diukur densitasnya

maka dilakukan uji kuat tekan dalam setiap formula. Hasil pengukuran densitas dan kuat tekan sampel formula dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.

Diketahui pada gambar 1. bahwa secara umum densitas dari sampel P1 sampai P7 kurang dari 1.800 kg/m<sup>3</sup> dan dapat dikategorikan beton ringan. Dibandingkan P1, P2,

dan P3, komposisi bubuk aluminium di P4 lebih banyak sehingga produksi rongga udara lebih banyak. Proses pengadukan yang homogen menghasilkan sebaran rongga udara yang merata sehingga menyebabkan sampel mempunyai berat yang ringan. Sampel P6 dan sampel P4 mempunyai komposisi bubuk aluminium yang sama. Akan tetapi karena P6 menggunakan komposisi semen yang disubstitusi dengan PFA yang partikelnya lebih halus sehingga mengakibatkan porositas sampel lebih kecil dan mengakibatkan densitasnya lebih besar.

Pada Gambar 2. terlihat bahwa formula P6 memiliki kuat tekan paling tinggi diantara yang lainnya, akibat substitusi komposisi semen dengan PFA. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Alfred Rodriques Januar Nabal dkk (2014) bahwa bentuk partikel *fly ash* yang lebih halus memberikan keuntungan, penggunaannya dapat memperkecil porositas beton. Hal ini memberikan keuntungan dalam hal peningkatan kekuatan beton. Dari hasil penelitian Siram, K.B., (2012) dikatakan penggunaan *fly ash* pada beton ringan, dapat meningkatkan sifat baiknya seperti kuat tekan dan kadar penyerapan air. Oleh sebab itu dipilih formula P4 dan P6 sebagai dasar ujicoba substitusi pasir silika dengan limbah serutan ban karet bekas. Formula

P4 dipilih atas dasar densitas yang paling rendah diantara sampel yang lain, sedangkan formula P6 dipilih karena mempunyai kuat tekan yang tinggi.

### 3.2. Substitusi Limbah Karet Ban Bekas

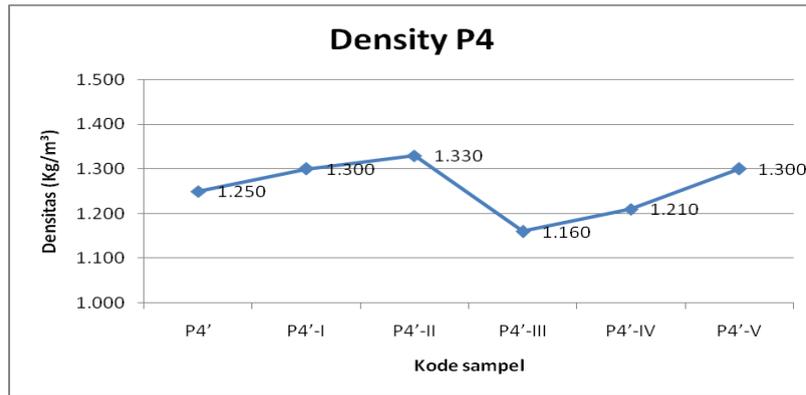
Formula P4 dan P6 yang diperoleh dari ujicoba pendahuluan disubstitusi dengan serutan karet ban bekas dan didapat hasil pada tabel 2. Hasil pengukuran densitas disajikan pada gambar 3 dan 4. Secara umum menunjukkan bahwa penambahan karet dengan berbagai komposisi tidak merubah densitas secara signifikan, yaitu berkisar antara 1.160 – 1.330 kg/m<sup>3</sup> untuk variasi P4 dan antara 1.230 - 1.320 kg/m<sup>3</sup> untuk variasi P6.

Gambar 5 dan 6 menunjukkan hasil uji kuat tekan yang secara umum meningkat setelah divariasi substitusi karet bekas. Menurut Satyarno (2006) penambahan serutan keret bekas dapat menurunkan kuat tekan beton, akan tetapi membuat beton semakin daktail dimana setelah beton mencapai kuat tekan maksimum, kekuatan beton tidak langsung menurun tetapi dapat dipertahankan sampai regangan yang besar. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil uji kuat tekan yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6.

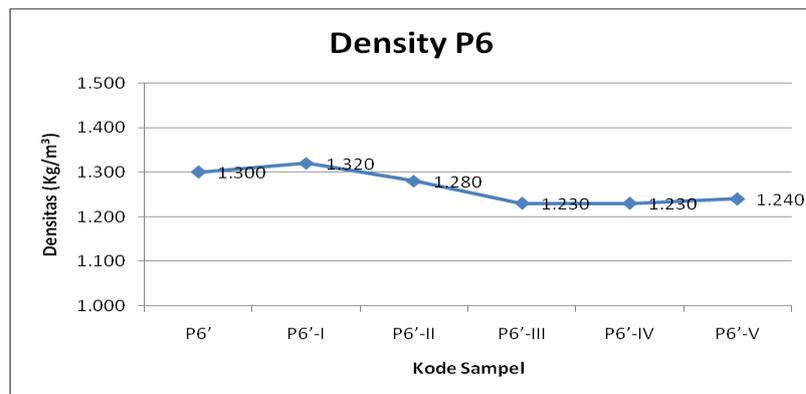
Tabel 2. Formula ujicoba substitusi karet ban bekas

No	Kode Sampel	Komposisi (ml)								Dimensi			Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (MPa)
		PS	PC	KP	Al	Air	PFA	Kr	p	l	T			
1.	P4'	2081	394	90	4,7	750	-	-	21,3	10,0	15,1	1.250	0,66	
2.	P4'-I	1873	394	90	4,7	750	-	208	21,8	9,8	14,2	1.300	0,66	
3.	P4'-II	1665	394	90	4,7	750	-	416	21,5	9,4	13,4	1.330	0,74	
4.	P4'-III	1457	394	90	4,7	750	-	624	22,0	10,0	13,2	1.160	0,82	
5.	P4'-IV	1249	394	90	4,7	750	-	832	22,1	10,0	11,6	1.210	0,91	
6.	P4'-V	1040	394	90	4,7	750	-	1040	21,9	10,0	9,0	1.300	1,28	
7.	P6'	2081	197	90	4,7	750	197	-	20,6	9,9	15,4	1.300	0,34	
8.	P6'-I	1873	197	90	4,7	750	197	208	20,2	9,9	14,5	1.320	0,60	
9.	P6'-II	1665	197	90	4,7	750	197	416	21,6	9,9	14,5	1.280	0,66	
10.	P6'-III	1457	197	90	4,7	750	197	624	21,1	9,7	12,9	1.230	0,68	
11.	P6'-IV	1249	197	90	4,7	750	197	832	20,7	10,0	11,8	1.230	0,72	
12.	P6'-V	1040	197	90	4,7	750	197	1040	20,8	9,6	11,2	1.240	0,80	

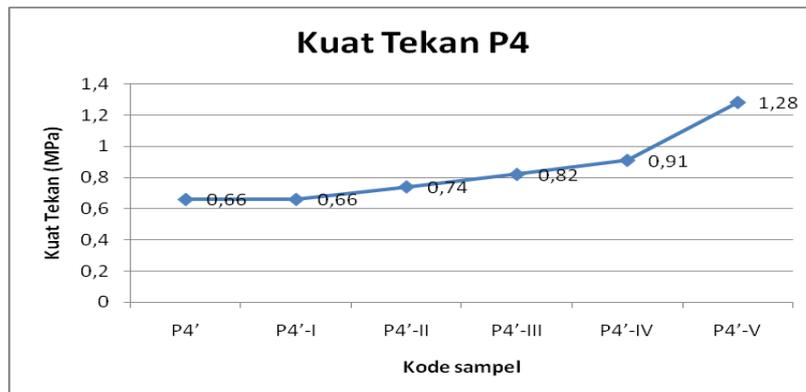
Keterangan :  
 - PS : Pasir Silika  
 - PC : Portland Cement (Semen)  
 - KP : Kapur  
 - Al : Aluminium Powder  
 - PFA : Purified Fly Ash  
 - Kr : Karet



Gambar 3. Densitas sampel P4



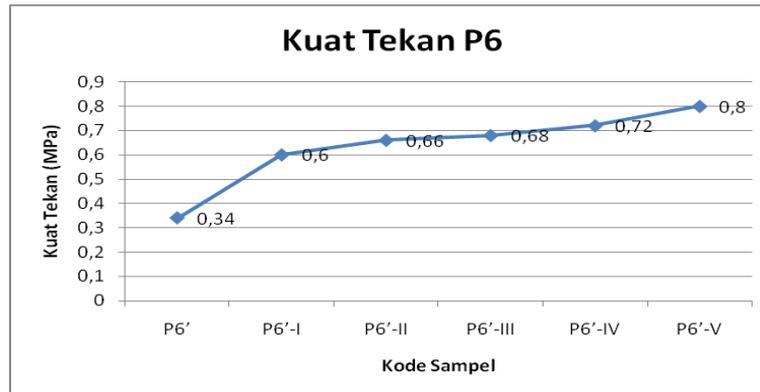
Gambar 4. Densitas sampel P6



Gambar 5. Hasil uji kuat tekan sampel P4

Hasil substitusi karet ban bekas menunjukkan bahwa semakin banyak volume karet maka kuat tekannya semakin meningkat. Kuat tekan sampel P4 meningkat dari 0,66 MPa untuk sampel tanpa substitusi karet ban bekas hingga 1,28

MPa dengan substitusi karet ban bekas sebanyak 50%. Sedangkan variasi P6 untuk sampel tanpa substitusi karet kuat tekan mencapai 0,34 MPa, dan untuk volume substitusi karet ban bekas 50 % mencapai 0,8 MPa.



Gambar 6. Hasil uji kuat tekan sampel P6

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan formulasi standar minimal yang bisa dipakai untuk pembuatan blok beton ringan jenis CLC adalah jenis formula P4 dengan perbandingan Pasir : Semen : Kapur : Al Powder : Air adalah 63% : 12% : 2,7% : 0,14% : 23%. Sedangkan untuk formula P6 dengan perbandingan Pasir : Semen : Kapur : Al Powder : Air : PFA adalah 63% : 6% : 2,7% : 0,14% : 23% : 6%. Pemakaian limbah karet ban bekas yang diserut dapat meningkatkan kuat tekan blok beton ringan tersebut hingga substitusi 50% limbah dengan densitas antara 1.160 – 1.330 kg/m<sup>3</sup>.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan kepada BBT PPI yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian serta teman – teman anggota kegiatan penelitian yang telah mendukung dan menyelesaikan kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1991, SNI 03-2156-1991, Blok Beton Ringan Bergelombang Udara (Airated) Dengan Proses Otoklap, Dewan Standardisasi Nasional

- Anonim, 2008, IS 2185-4 (2008): Concrete masonry units, Part 4: Preformed foam cellular concrete blocks [CED 53: Cement Matrix Products], BUREAU OF INDIAN STANDARDS, New Delhi, India
- Jitchaiyaphum, K., Sinsiri, T. and Chindaprasirt, P., 2011. Cellular lightweight concrete containing pozzolan materials. *Procedia Engineering*, 14, pp.1157-1164.
- Kushartomo, W., Supartono, F. X., & Kurniawan, T. (2013). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Reactive Powder Concrete. *Jurnal Kajian Teknologi*, 9(3), pp. 178-183.
- Murdok L.J., 1991, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta
- Pandong. R., 2014, Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi <https://rickypandong.wordpress.com/2014/03/27/24/>
- Satyarno, I., 2006, Penggunaan Serutan Ban Bekas Untuk Campuran Beton, *Media Teknik No.4 XXVIII*, pp. 45-51.
- Siram, K.B., 2012. K.: Cellular Light-Weight Concrete Blocks as a Replacement of Burnt Clay Bricks. *Int. J. Eng. Adv. Technol (IJEAT)*, 2(2), pp. 149-151.
- Soumini. A.K., 2015, An Overview of Cellular Lightweight Concrete, *International Journal of Advance Reaserch Trends in Engineering and Teknology (IJARTET) Vol.II, Special Issue X*, pp. 194-197.

