



**KON
TSI-17**

Konferensi Nasional Teknik Sipil
dan Infrastruktur 1 2017

PROSIDING

Tantangan Teknik Sipil
Dalam Mendukung
Percepatan Pembangunan
Infrastruktur di Indonesia

Karakteristik Mekanik Beton Ringan dengan Agregat Kasar dari Scoria dan Pelet Plastik

Mechanical Characteristics of Lightweight Concrete with Coarse Aggregates of Scoria and Plastic Pellets

Dany Rahmatullah^a, Ketut Aswatama W^b, Dwi Nurtanto^c, Winda Tri W^d

^a Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: danyrahmatullah@yahoo.co.id

^b Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: ketut.teknik@unej.ac.id

^c Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: dwinurtanto999@yahoo.com

^d Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, email: windatri.teknik@unej.ac.id

ABSTRAK

Meningkatnya limbah plastik dari tahun ke tahun mengakibatkan pemanfaatan limbah plastik penting untuk dilakukan, termasuk menggunakan limbah plastik sebagai agregat kasar beton ringan. Batu scoria yang dihasilkan dari kegiatan vulkanik juga berpotensi untuk dikembangkan sebagai agregat kasar beton ringan. Keberadaannya yang melimpah di aliran-aliran lahar gunung masih belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini pelet plastik LDPE dan batu scoria dari gunung Kelud Blitar digunakan sebagai agregat kasar beton ringan. Proporsi pelet plastik LDPE dan batu scoria ini masing-masing 0%-100%, 10%-90%, 20%-80% dan 30%-70%. Kebutuhan air dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pada workability yang dinyatakan oleh nilai slump 8 ± 2 cm. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas beton menurun seiring dengan penambahan pelet plastik LDPE. Namun dengan penambahan pelet plastik LDPE, berat isi beton semakin ringan. Sehingga dari hasil ini diperoleh proporsi yang paling optimal, yaitu campuran 10% pelet plastik LDPE. Proporsi ini memenuhi semua kriteria beton ringan struktural yang ditentukan, baik dari segi kuat tekan, kuat tarik dan berat isinya.

Kata kunci: Karakteristik mekanik, beton ringan, agregat pelet plastik, batu scoria

ABSTRACT

Increased plastic waste from year to year results in the utilization of plastic waste important to do, including using plastic waste as lightweight concrete aggregates. Scoria rock produced from volcanic activity also has the potential to be developed as a lightweight concrete aggregate. Its abundant presence in the mountain lava flows is still not optimally utilized. Therefore, in this study, LDPE plastic pellets and scoria stone from Mount Kelud Blitar were used as light coarse concrete aggregates. The proportion of LDPE plastic pellets and scoria stones are respectively 0% -100%, 10% -90%, 20% -80% and 30% -70%. The water requirement in this study is determined based on the workability expressed by the slump value of 8 ± 2 cm. From the test results showed that the value of compressive strength, tensile strength, and modulus of elasticity of concrete decreased along with the addition of LDPE plastic pellets. But with the addition of LDPE plastic pellets, the weight of the concrete is getting lighter. So from this result obtained the most optimal proportion, that is 10% mixture of LDPE plastic pellet. This proportion meets all specified structural lightweight concrete criteria, both in terms of compressive strength, tensile strength and density of the concrete.

Keywords: mechanical characteristic, lightweight concrete, plastic pellets aggregate, scoria stone

PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang penggunaannya berkembang dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010 tercatat 2,4 juta ton dan pada tahun 2011 sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton (Surono, 2013). Konsumsi yang terus meningkat terhadap plastik ini mengakibatkan jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin meningkat. Berdasarkan data statistik persampahan domestik Indonesia, produksi sampah plastik di Indonesia mencapai 5,4 juta ton per tahun (Syafputri, 2014). Oleh karena itu pemanfaatan limbah plastik penting untuk dilakukan, termasuk menggunakan limbah plastik sebagai agregat kasar beton ringan struktural.

Selain mudah diperoleh, limbah plastik berpotensi karena mempunyai berat yang ringan, tidak mudah berubah bentuk dan kelembabannya mudah dikontrol (Koide dkk, 2106). Pratikto (2010) dalam penelitiannya menggunakan limbah botol plastik PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai agregat kasar beton ringan. Kuat tekan beton yang dihasilkan mencapai 17,49 MPa dan berat isinya adalah 1828,44 kg/m³. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan plastik PET menghasilkan kuat tekan dan berat isi yang masih dapat diterima sebagai beton ringan struktural.

Batu skoria yang dihasilkan dari kegiatan vulkanik gunung berapi juga berpotensi untuk dikembangkan sebagai agregat kasar beton ringan struktural. Keberadaannya yang melimpah di aliran-aliran lahar gunung belum dimanfaatkan secara optimal. Suseno (2013) dalam penelitiannya membuat beton ringan dengan menggunakan batu skoria sebagai agregat kasar. Kuat tekan beton optimal yang dihasilkan mencapai 23,4 MPa dan berat isinya 1839,69 kg/m³. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batu skoria menghasilkan kuat tekan dan berat isi beton ringan struktural yang juga dapat diterima.

Beton ringan struktural merupakan beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. Kuat tekan hancur minimal beton ringan struktural adalah 17,24 MPa (SNI 03-3449-2002). Beton ringan struktural dibuat dengan agregat ringan yang memiliki berat jenis agregat 1,0-1,8 dan berat isi kering oven gembur maksimum 1120 kg/m³ (SNI 03-2461-2002).

Penggunaan limbah plastik dalam beton ringan struktural akan semakin memudahkan untuk mendapatkan berat isi yang ringan. Sebagaimana yang dinyatakan Choi dkk. (2005), menyimpulkan bahwa limbah plastik dapat mereduksi berat beton antara 2% sampai 6%. Sementara untuk mendapatkan kuat tekan beton ringan yang tinggi, maka digunakan batu skoria. Batu skoria memiliki karakteristik yang baik sebagai agregat kasar beton ringan struktural. Sebagaimana yang dinyatakan Suseno (2013) dalam penelitiannya bahwa besarnya berat jenis dan berat isi batu skoria memenuhi syarat sebagai agregat ringan untuk beton ringan struktural. Dari hasil pengujian material diperoleh berat jenis sebesar 1,73 dan berat isi keringnya sebesar 756,14 kg/m³.

Dengan berbagai keuntungan penggunaan plastik dan batu skoria yang telah dikemukakan di atas, perlu untuk dikembangkan lagi penelitian material ini pada beton ringan struktural. Dalam penelitian ini akan dibuat beton ringan struktural dengan menggunakan biji plastik LDPE (Low Density Polyethylene) yang dikombinasikan dengan batu skoria dari Gunung Kelud Blitar.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik beton ringan struktural yang menggunakan biji plastik LDPE dan batu skoria terhadap kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas dan berat isi beton serta untuk mendapatkan proporsi beton ringan struktural yang optimal.

METODE

Material yang digunakan

- Semen yang digunakan adalah tipe PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dengan berat jenis 3.15.
- Pasir mempunyai modulus halus sebesar 2.62 dengan berat jenis sebesar 2.17. Hasil lengkap karakteristik agregat dapat dilihat pada Tabel 1.
- Agregat kasar adalah batu scoria dengan ukuran maksimal 20 mm (Gambar 1.b.), modulus halus 6.64, berat jenis sebesar 1.79, dan kuat tekan sebesar 7.15 (Gambar 2.)
- Biji plastik jenis LDPE mempunyai berat isi sebesar 517.5 kg/m^3 (Gambar 1.a.)
- Superplasticizer yang digunakan adalah *Viscocrete 3115N* dari Sika

Desain campuran

Desain campuran untuk beton ringan menggunakan pedoman dari SNI 03-3449 (2002), tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan. Desain campuran dibuat 4 jenis dengan variasi kadar pelet plastik LDPE sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% yang menggantikan batu scoria berdasarkan perbandingan volume. *Superplasticizer* ditambahkan sebesar 0.8% dari berat semen. Faktor air semen ditetapkan sebesar 0.6 dengan tetap berpedoman pada nilai *slump* yang sama yaitu berkisar pada nilai 8 ± 2 cm untuk setiap jenis campuran yang dibuat. Proporsi campuran lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Agregat

Parameter	pasir	batu scoria	plastik pelet LDPE
Berat volume (kg/m^3)	1244.9	863.4	517.5
Berat jenis	2.17	1.79	-
Air resapan (%)	13.9	17.2	-
Modulus halus	2.62	6.64	-
Analisis ayakan	Zona 2	20 mm	-
Kadar lumpur (%)	0.78	-	-
Kuat tekan material (MPa)	-	7.15	-

Tabel 2. Proporsi campuran untuk 1 m^3 beton ringan

Macam campuran	Semen (kg)	Scoria (kg)	Pasir (kg)	LDPE (kg)	air (ltr)	SP (ltr)
0% LDPE	396.6	637.34	822.96	0	286.42	3.17
10% LDPE	396.6	573.61	822.96	39.28	286.42	3.17
20% LDPE	396.6	509.87	822.96	78.56	286.42	3.17
30% LDPE	396.6	446.14	822.96	117.83	286.42	3.17

Metode pengujian

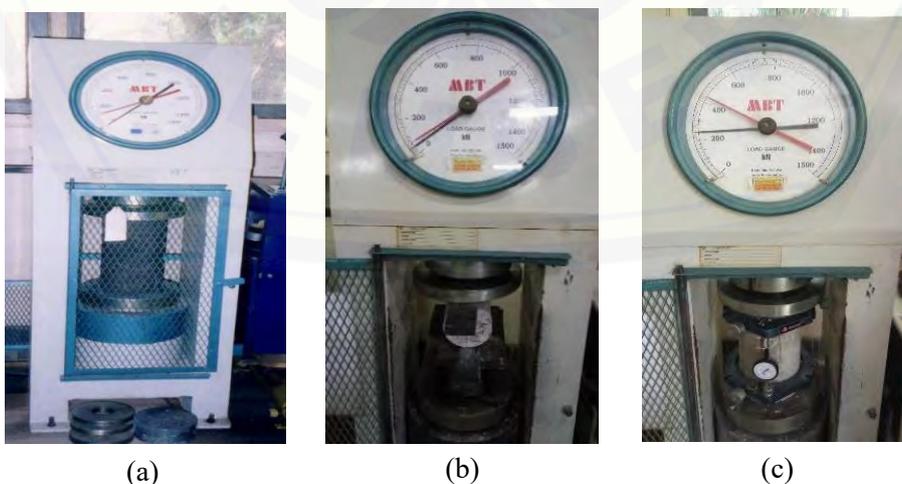
Serangkaian pengujian tentang karakteristik mekanik dilakukan pada penelitian tentang beton ringan ini yang terdiri dari uji kuat tekan mortar, uji kuat tekan beton, uji tarik belah, dan uji modulus elastisitas (Gambar 3.). Untuk mengetahui berat isi beton ringan yang telah dibuat maka dilakukan penimbangan benda uji beton yang dikonversi menjadi berat isi menggunakan data volume masing-masing benda uji. Bentuk benda uji untuk uji kuat tekan mortar adalah kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm dan cara pengujian mengacu pada pedoman SNI-03-6825-2002 (2002) tentang Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil. Sementara itu untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas digunakan benda uji silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.



Gambar 1. (a) Pelet plastik LDPE (b) agregat batu scoria



Gambar 2. Kubus untuk uji kuat tekan scoria ukuran 3 x 3 cm



Gambar 3. (a) uji tekan (b) uji tarik belah (c) uji modulus elastisitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji mortar

Pembuatan mortar mengacu pada kuat tekan yang dihasilkan dari perhitungan desain campuran. Berdasarkan desain campuran beton ringan didapatkan kuat tekan f_c' M (kuat tekan mortar) sebesar 31,77 MPa. Sementara dari pengujian mortar dengan perbandingan 1:2 diperoleh kuat tekan mortar sebesar 31,05 MPa (Tabel 3.).

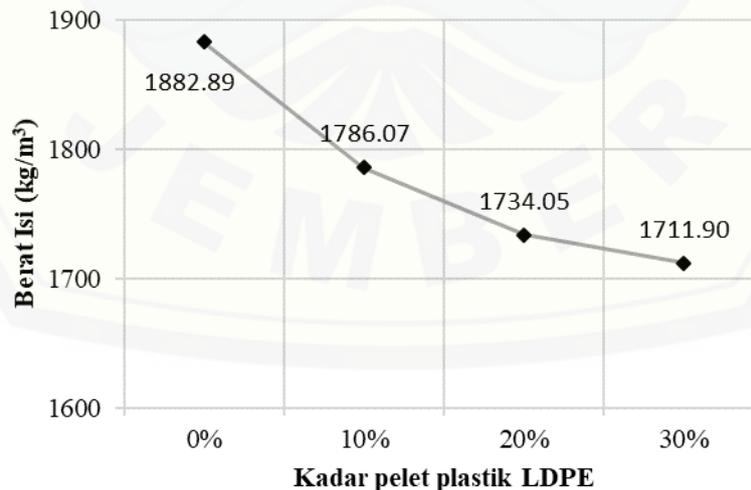
Tabel 3. Kuat tekan mortar

No	Benda Uji	Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Mortar 1	32,48	
2	Mortar 2	30,46	31,05
3	Mortar 3	30,21	

Berat isi

Berdasarkan SNI 03-3449-2002 (2002), berat isi beton ringan struktural berkisar antara 1400-1850 kg/m³. Dari hasil pengujian pada benda uji kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas, ketiga-tiganya memiliki berat isi yang hampir sama untuk masing-masing proporsi. Tidak terjadi perbedaan berat isi yang signifikan. Secara keseluruhan berat isi yang dihasilkan memenuhi berat isi yang diizinkan terkecuali beton campuran 0% plastik. Jika mengacu pada SNI 03-2847-2002 (2002), beton campuran 0% plastik tersebut masih bisa dikategorikan beton ringan karena memiliki berat isi dibawah 1900 kg/m³.

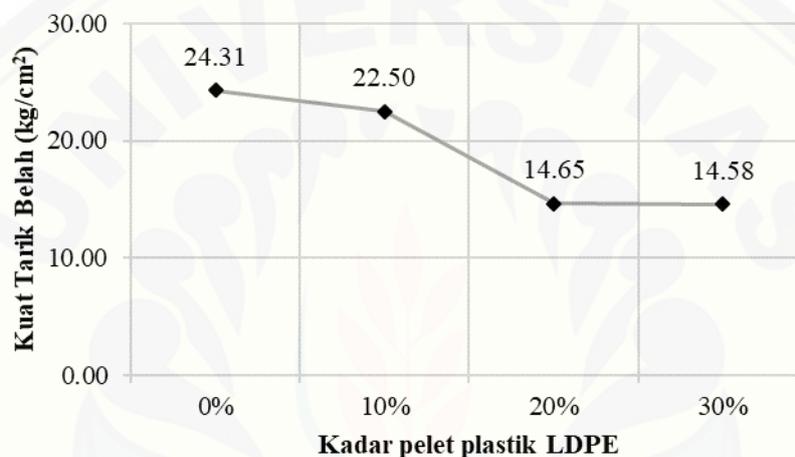
Berdasarkan dari benda uji kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas pada campuran 0%, 10%, 20%, 30% dihasilkan berat isi rata-rata berturut-turut yaitu 1882,89 kg/m³, 1786,07 kg/m³, 1734,05 kg/m³, 1711,9 kg/m³ (terlihat pada Gambar 4.). Semakin banyak proporsi pelet plastik yang digunakan semakin ringan berat isi beton yang dihasilkan. Hal ini disebabkan pelet plastik memiliki berat jenis yang lebih ringan, sehingga dengan mensubstitusi batu skoria dengan biji plastik dapat meringankan berat isi beton.



Gambar 4. Berat isi beton ringan pada berbagai kadar LDPE

Kuat tarik belah

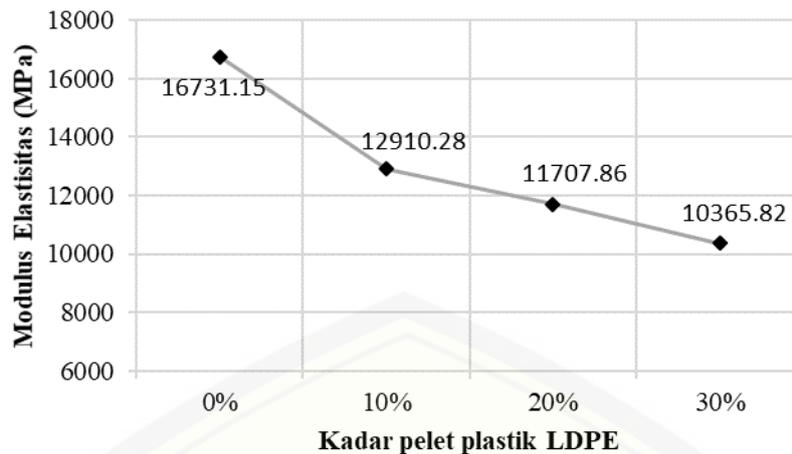
Kuat tarik belah beton umumnya berkisar pada nilai 8-15% dari kuat tekan beton (Untu, 2015). Agar dapat masuk dalam kategori beton ringan struktural maka kuat tekan beton ringan minimal adalah 17,24 Mpa, sehingga kuat tarik yang harus dipenuhi minimal adalah 8% dari 17,5 Mpa, yaitu 1,4 Mpa atau 14 kg/cm². Dari hasil uji didapat kuat tarik belah beton campuran 0% plastik sebesar 24,31 kg/cm², 10 % plastik sebesar 22,50 kg/cm², 20% plastik sebesar 14,65 kg/cm² dan 30% plastik sebesar 14,58 kg/cm². Secara keseluruhan, hasil uji kuat tarik belah beton memenuhi batas yang ditentukan sekalipun kuat tarik belah beton semakin menurun seiring bertambahnya persentase penggunaan plastik. Pada dasarnya penyebab turunnya kuat tarik belah beton ini sama seperti yang dibahas sebelumnya terkait penyebab turunnya kuat tekan beton. Grafik hasil kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 6. di bawah ini.



Gambar 6. Kuat tarik belah beton ringan pada berbagai kadar LDPE

Modulus elastisitas

Uji modulus elastisitas yang dilaksanakan berpedoman pada peraturan ASTM C 496-96 tentang Metode Pengujian Standar untuk Kuat Tarik Belah Beton pada Benda Uji Silinder. Hasil uji menunjukkan bahwa pada campuran 0% plastik modulus elastisitas yang dihasilkan adalah sebesar 16731.15 MPa. Modulus elastisitas beton semakin menurun seiring dengan bertambahnya persentase plastik. Pada campuran 10% plastik dihasilkan modulus elastisitas sebesar 12910.28 MPa, campuran 20% sebesar 11707.86 MPa dan campuran 30% sebesar 10365.82 MPa atau 38% lebih kecil dari beton dengan campuran 0% plastik. Pada dasarnya penyebab turunnya modulus elastisitas beton ini sama seperti yang dibahas sebelumnya terkait penyebab turunnya kuat tekan beton. Grafik hasil uji modulus elastisitas beton ringan dapat dilihat pada Gambar 7. di bawah ini.



Gambar 7. Modulus elastisitas beton ringan pada berbagai kadar LDPE

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan sebelumnya mengenai penggunaan pelet plastik LDPE dan batu skoria sebagai agregat kasar ringan beton ringan struktural, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Sampai pada kadar pelet plastik LDPE 10%, beton ringan yang dihasilkan adalah memenuhi semua kriteria sebagai beton ringan struktural yaitu kriteria pada kuat tekan, kuat tarik, dan berat isi beton.
- Karakteristik mekanik beton yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas akan semakin menurun dengan bertambahnya kadar pelet plastik LDPE.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 496-96. *Standar Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2461-2002. *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-3449-2002. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI-03-6285-2002. *Metode Pengujian Kekuatan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*.
- Choi, Y. W., D. J. Moon, J. S. Chung, S. K. Cho. (2005). "Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete". *Cement Concr Res*. 35, pp. 776–781.
- Koide, H., dkk. (2016). "Investigation of the Use of Waste Plastic as an Aggregate for Lightweight Concrete". DPS Bridge Works Company Limited Japan.
- Pratikto. (2010). "Beton Ringan Beragregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephalate)". Seminar Nasional. Jakarta: Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

- Surono, Budi Untoro. (2013). “Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak”. *Jurnal Teknik*. 3(1): 32-40.
- Suseno, Hendro. (2013). “Penggunaan Batuan Skoria dari Gunung Kelud Blitar Sebagai Agregat Kasar Ringan Pada Beton Ringan Struktural”. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 7(2): 149-156.
- Syafputri, Ella. (2014). “Produksi Sampah Plastik Indonesia 5,4 Juta ton Per Tahun”. <http://www.antaraneews.com/berita/417287/produksi-sampah-plastik-indonesia-54-juta-ton-per-tahun>. [Diakses tanggal 15 November 2016].
- Untu, Geertruida Eveline. (2015). “Pengujian Kuat Tarik belah dengan variasi kuat Tekan Beton”. *Jurnal Sipil Statik*. 13(10): 703-708

