

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SIMPUL SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON

Mohtarom Riyadi¹, Mohammad Hadiyat Rizkin dan Zakaria Ramadhan

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta
Jalan Prof.Dr.G.A. Siwabessy, Kampus UI Depok 16425
Email : ¹muhtard37@gmail.com

Abstract

HDPE or High Density Polyethylene is a type of white plastic milk / white. Used for pocket tissue, detergent bottles, oil, anti-heat plastic, plastic pipes, plastic shopping bag and a regular bag for vegetable food as flexible with high strength. This plastic is non-degradable, so it needs special attention to handle these types of plastic waste. Therefore, in this study used HDPE plastic waste created node types to be used as a substitute for gravel coarse aggregate in concrete.

The study was conducted on concrete with coarse aggregate to substitute made from waste plastic bags made of HDPE node types with higher levels of 0%, 50% and 100% of the volume of broken stone. Mix proportions used is the ratio of volume 1 PC: 2 Fine aggregate: 2 coarse aggregate. Analysis on testing coarse aggregate made from waste plastic bags made of HDPE knot types obtained specific gravity of 0.570, loose bulk density of 0.24 gram/cm³ and solid content of 0.3 weight gram/cm³. The aggregate categorized as mild as it has a specific gravity by BJ <2.0. Analysis of the physical and mechanical properties of concrete showed that the greater the percentage of waste plastic bags made of HDPE type of knot used to replace gravel as the coarse aggregate value of slump, unit weight, compressive strength and tensile strength of the concrete will be smaller. Average compressive strength of concrete - the average age of 28 days with 50% proportion of coarse gravel aggregate 50% of waste plastic bags made of HDPE type of node and 100% waste plastic bags made of HDPE types of smaller node 64% and 78% of the concrete with coarse aggregate 100% gravel.

Keywords: waste, coarse aggregate, concrete, plastic, HDPE.

Abstrak

Pemanfaatan limbah kantong plastik jenis HDPE (High Density PolyEthylene) yang dibuat simpul sebagai pengganti agregat kasar pada beton, tidak hanya dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan tetapi juga dapat mengurangi pemakaian batu split sebagai bahan agregat kasar yang umum digunakan pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE (High Density PolyEthylene) yang dibuat simpul, dan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis beton dengan campuran agregat kasar buatan tersebut.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan skala laboratorium. Adapun benda uji dibuat dengan tiga macam campuran yaitu: 1 PC : 2 PS : 2 KRL sebagai pembanding dan 1 PC : 2 PS : 2 KRL dengan substitusi kantong plastik simpul terhadap krikil sebesar 50 %, dan 100 %, faktor air 0,6 untuk masing-masing dibuat 15 buah benda uji. Setiap jenis campuran dilakukan pengujian : nilai slump, berat isi, kuat tekan, dan kuat tarik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat kasar yang terbuat dari kantong plastik simpul memiliki berat jenis 0,57 dan berat isi 300 kg/m³. Dengan penambahan substitusi kantong plastik simpul sebagai pengganti agregat kasar pada beton berbanding terbalik dengan nilai slump, berat jenis, kuat tekan dan kuat tarik. Hal ini disebabkan nilai berat jenis kantong plastik simpul sangat kecil bila dibandingkan dengan berat jenis krikil. Nilai slump masing-masing sebesar 87,67 mm, 73 mm dan 23 mm, berat isi 2100 kg/m³, 1650kg/m³ dan 1470 kg/m³, Kemudian kuat tekan beton yang dihasilkan sebesar 12,23 MPa untuk substitusi 0 %, 4,46 MPa untuk 50 % dan 2,66 MPa untuk 100% atau menurun sebesar 64 % dan 78 %, sedangkan untuk kuat tariknya masing-masing 1,23 Mpa, 0,72 MPa dan 0,43 MPa atau menurun sebesar 42 % dan 65 %.

Kata kunci : Limbah Plastik Simpul, kuat tekan, Kuat tarik, Beton

PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah nasional yang perlu dicarikan solusinya. Jumlah volume sampah dari Jakarta yang masuk

ke TPA Bantar Gebang sekitar 6000 ton per hari. Menurut hasil survei, Indonesia menghasilkan 2.052.000.000 kantong plastik dalam sehari. Banyak dari warga

Indonesia yang menghilangkan limbah plastik ini dengan cara dibakar. Padahal pembakaran limbah jenis plastik menghasilkan berbagai senyawa yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Gas-gas berbahaya yang ditimbulkan oleh pembakaran sampah antara lain adalah gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx), sulfur dioksida (SO₂), Dioxin dan Furan (Yuristary, 2012). Terdapat 2 jenis kantong plastik, yaitu kantong plastik yang dapat terurai (*degredeable*) dan kantong plastik yang tidak dapat terurai (*non-degredeable*). Kantong plastik yang dapat terurai terbuat dari bahan organik seperti singkong, sementara kantong plastik yang tidak dapat terurai adalah plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*). HDPE adalah jenis plastik yang berwarna putih susu/ putih bersih. Digunakan untuk kantong tissue, botol detergent, minyak, plastik anti panas, pipa plastik, shopping bag dan kantong plastik yang biasa untuk sayur makanan yang berkuah karena fleksibel dengan kekuatan tinggi. Kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) tersebut dibuat simpul agar keras dan memiliki gradasi yang memenuhi persyaratan agregat kasar dalam pembuatan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul serta sifat fisis dan mekanis beton dengan limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul sebagai substitusi agregat kasar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat, sebagai alternatif baru dalam mengurangi limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) serta mengurangi pemakaian agregat kasar batu split pada beton sehingga eksploitasi batu split dapat berkurang.

Beberapa masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini yaitu karakteristik agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul dan sifat fisis dan mekanis beton dengan limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul sebagai substitusi agregat kasar. Beton sebagai bahan konstruksi banyak digunakan baik untuk konstruksi gedung maupun sipil, karena banyak memiliki kelebihan yaitu kuat, awet, mudah dibentuk dan sebagainya. Belakangan ini penambangan batu split untuk agregat beton sudah mulai mengkhawatirkan karena dapat merusak lingkungan, sementara itu batu split merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan dapat habis apabila dieksploitasi secara terus - menerus.

Beton Segar

Sebelum menjadi suatu masa padat atau kaku, beton mempunyai fase plastis yang biasa disebut beton segar, keadaan beton pada kedua fase tersebut (keadaan plastis dan kaku) sangat mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan terutama kekuatannya menurut SK-SNI T-03-1990-03. Sifat beton segar meliputi :

Kemudahan Mengerjakan

Kemudahan Mengerjakan (*Workability*) yaitu kemampuan dikerjakan pada waktu beton tersebut masih dalam keadaan segar (plastis), sifat ini dipengaruhi oleh jumlah air, bahan tambah yang dipakai dan waktu pelaksanaan pembuatan beton. Alat untuk mengukur *workability* pada beton segar biasanya yang dilakukan di lapangan adalah uji *slump* (*slump test*), karena alatnya sederhana dan mudah dioperasikan.

Berat Isi (Unit Weight)

Berat isi beton adalah perbandingan antara berat beton dengan volume (isi) silinder sebagai alat pengukur volume. Berat isi beton sangat dipengaruhi berat jenis agregatnya. Fungsi dari berat isi

mengkonversi dari satuan berat ke satuan volume atau sebaliknya

Pengujian nilai berat isi dilakukan setelah selesai pengadukan beton, yaitu dengan cara mengukur volume beton dan menimbang beratnya (ASTM C 138 – 92).

$$\text{Berat isi} = \frac{w}{v} \text{ Kg/liter}$$

W = berat beton (kg)

V = volume beton (liter)

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan daya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Nilai kuat tekan didapat melalui pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan memberikan beban bertingkat dan kecepatan peningkatan beban tertentu. Kuat tekan beton merupakan besaran mekanik yang sangat penting, karena besaran ini digunakan sebagai acuan dasar dalam perencanaan struktur bangunan sipil. Besarnya kuat tekan beton pada umur tertentu dapat ditentukan dengan sebagai berikut :

$$f^c = \frac{P}{A}$$

dimana :

f^c = kuat tekan beton (kg /cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Kuat Tarik

Berbeda dengan baja, menentukan kekuatan tarik beton tidak mudah. Oleh karena itu dikembangkanlah cara-cara tak langsung. Cara-cara yang paling mudah dan paling luas penggunaannya adalah dengan membelah benda uji berbentuk silinder. Dengan membelah silinder, maka terjadi pengalihan tegangan tarik melalui bidang tempat kedudukan salah satu silinder dan silinder beton tersebut terbelah sepanjang diameter yang dibebani tersebut (ASTM C 496 - 90).

$$\sigma_{tr} = \frac{2.P}{\pi.l.d} \text{ (Kg/cm}^2 \text{ atau MPa)}$$

P = Beban maksimum (Kg)

L = Panjang benda uji (cm)

d = Diameter benda uji (cm)

METODE PENELITIAN

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan. Penelitian yang dilakukan yaitu membuat beton menggunakan proporsi campuran dengan perbandingan volume 1 PC : 2 Agregat halus : 2 Agregat kasar. Terdapat variasi terhadap agregat kasar tersebut yaitu dengan mensubsitusikan agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul dengan kadar 0%, 50% dan 100% terhadap volume batu pecah. Berikut adalah tahapan penelitian :

Desain Penelitian

Secara umum pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi lima tahapan utama meliputi : persiapan bahan, pemeriksaan bahan dasar, perancangan benda uji, pembuatan dan pemeriksaan benda uji serta analisa data dan pembahasan hasil pengujian.

Tahap pertama persiapan bahan, dimulai pengumpulan limbah plastic berupa kantong, pencucian dan penjemuran, kemudian setelah kering kantong-kantong plastic dibuat simpul dan dipotong-potong sehingga berbentuk butiran sebagai pengganti agregat kasar.

Tahap kedua pemeriksaan bahan, pemerikaan sifat fisis bahan dasar, meliputi gradasi agregat halus, kadar lumpur, berat jenis, berat isi dan sebagainya. Dan untuk sifat mekanis dan kimianya tidak dilakukan pemeriksaan. Hasil pemeriksaan bahan dasar ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam membuat rancangan campuran beton.

Tahap ketiga perancangan campuran beton, perancangan campuran yang digunakan mengacu pada SNI untuk beton normal. Dengan hasil rancangan ini akan dihasilkan proporsi dari masing-masing bahan campuran, dalam satuan berat, kemudian dikonversikan dalam satuan volume. Rancangan campuran beton yang dibuat dengan faktor air semen 0,6. Adapun komposisi campurannya adalah sebagai berikut : proporsi campuran dengan perbandingan volume 1 PC : 2 Agregat halus : 2 Agregat kasar. Kemudian dibuat variasi terhadap agregat kasar tersebut yaitu dengan mensubsitusikan agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE (*High Density PolyEthylene*) yang dibuat simpul dengan kadar 0%, 50% dan 100% terhadap volume batu pecah. Setiap komposisi dibuat benda uji sebanyak 25 buah, untuk pengujian sifat fisis dan mekanisnya.

Tahap keempat meliputi pembuatan benda uji, perawatan dan pemeriksaan. Pada pembuatan benda uji dimulai dengan mengaduk semua bahan sesuai dengan hasil rancangan, pengujian nilai slump, berat jenis dan waktu ikat awal serta mencetak benda berupa selinder dengan ukuran diameter 100 mm, tinggi 200 mm dan kubus berukuran sisinya 100 mm. Setelah 24 jam cetakan dibuka kemudian dilanjutkan perawatan dengan perendaman dan dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari, serta uji kuat tarik pada umur 28 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat Halus

Berdasarkan Tabel 1. berat jenis pada agregat halus didapat BJ SSD rata-rata 2,27. Dengan nilai tersebut agregat memenuhi syarat sebagai agregat normal berdasarkan berat jenisnya yaitu antara 2,0 – 2,9 menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F. Sedangkan penyerapan air sebesar 5,81% diatas yang disyaratkan maksimum 3%. Dari Gambar 2. terlihat bahwa angka

kehalusan didapat sebesar 2,78. Angka kehalusan tersebut masih dalam batas yang diizinkan oleh SII no. 52 Tahun 1980 yaitu 2,5 - 3,8.

Agregat Kasar Kerikil

Dari hasil uji berat jenis pada kerikil didapat BJ SSD rata-rata 2,58. Agregat diklasifikasikan sebagai agregat normal berdasarkan berat jenisnya diantara 2,0 – 2,9 menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F. Sedangkan penyerapan air sebesar 1,53%. Nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu maksimal 3%. Hasil pengujian berat isi pada kerikil didapat berat isi lepas sebesar 1,4 gr/cm³ dan berat isi padat sebesar 1,58 gr/cm³. Nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu berat isi minimal 1,2 gr/cm³ menurut SII 0052-80. Dari pengujian didapat nilai voids rata-rata 41,42%.

Berdasarkan Gambar 3. agregat kerikil yang digunakan tidak memenuhi persyaratan gradasi untuk agregat kasar menurut standar ASTM C-33-78 dengan ukuran nominal 19 mm. Angka Kehalusan (FM) pada agregat tersebut didapat 6,21. Nilai tersebut memenuhi persyaratan angka kehalusan yang baik untuk agregat kasar menurut SII No. 52 tahun 1980 yaitu 6,00 – 7,10.

Plastik Simpul

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul, didapat sebesar 0,57. Agregat tersebut dikategorikan sebagai sebagai agregat ringan berdasarkan berat jenisnya, karena memiliki BJ < 2,0 menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F. Hasil pengujian berat isi pada agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul didapat berat isi lepas sebesar 0,24 gr/cm³ dan berat isi padat sebesar 0,3 gr/cm³. Dari pengujian didapat nilai voids rata-rata sebesar 52,35%.

Berdasarkan Gambar 4. agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis

HDPE yang dibuat simpul memenuhi persyaratan gradasi untuk agregat kasar menurut standar ASTM C-33-78 dengan ukuran nominal 19 mm. Angka Kehalusan (FM) pada agregat tersebut didapat 6,81 memenuhi persyaratan angka kehalusan yang baik untuk agregat kasar menurut SII No. 52 tahun 1980 yaitu 6,00 – 7,10.

Beton Segar

Hasil pengujian slump pada Gambar 5. membuktikan bahwa semakin banyak persentase agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul, maka nilai slumpnya akan semakin berkurang. Itu berarti beton yang menggunakan agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul memiliki *workability* yang rendah sehingga sulit untuk dikerjakan langsung dilapangan (insitu).

Dari hasil pengujian berat isi beton segar pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase agregat kasar buatan dari limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul dan digunakan untuk menggantikan krikil sebagai agregat kasar, maka berat isi beton tersebut akan semakin berkurang.

Beton Keras

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul digunakan untuk menggantikan krikil sebagai agregat kasar, maka kuat tekan beton tersebut akan semakin berkurang.

Sementara dari hasil pengujian kuat tarik beton pada Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase limbah kantong plastik jenis HDPE yang dibuat simpul digunakan untuk menggantikan krikil sebagai agregat kasar, maka kuat tarik beton tersebut akan semakin berkurang. Kekuatan tarik belah ini melebihi 10% dari kuat tekan beton.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa agregat plastik simpul termasuk agregat ringan. Semakin besar nilai subststitusi agregat plastic simpul terhadap krikil maka nilai slump, berat jenis, kuat tekan dan kuat tarik beton semakin menurun. Beton yang dihasilkan hanya untuk keperluan non structural.

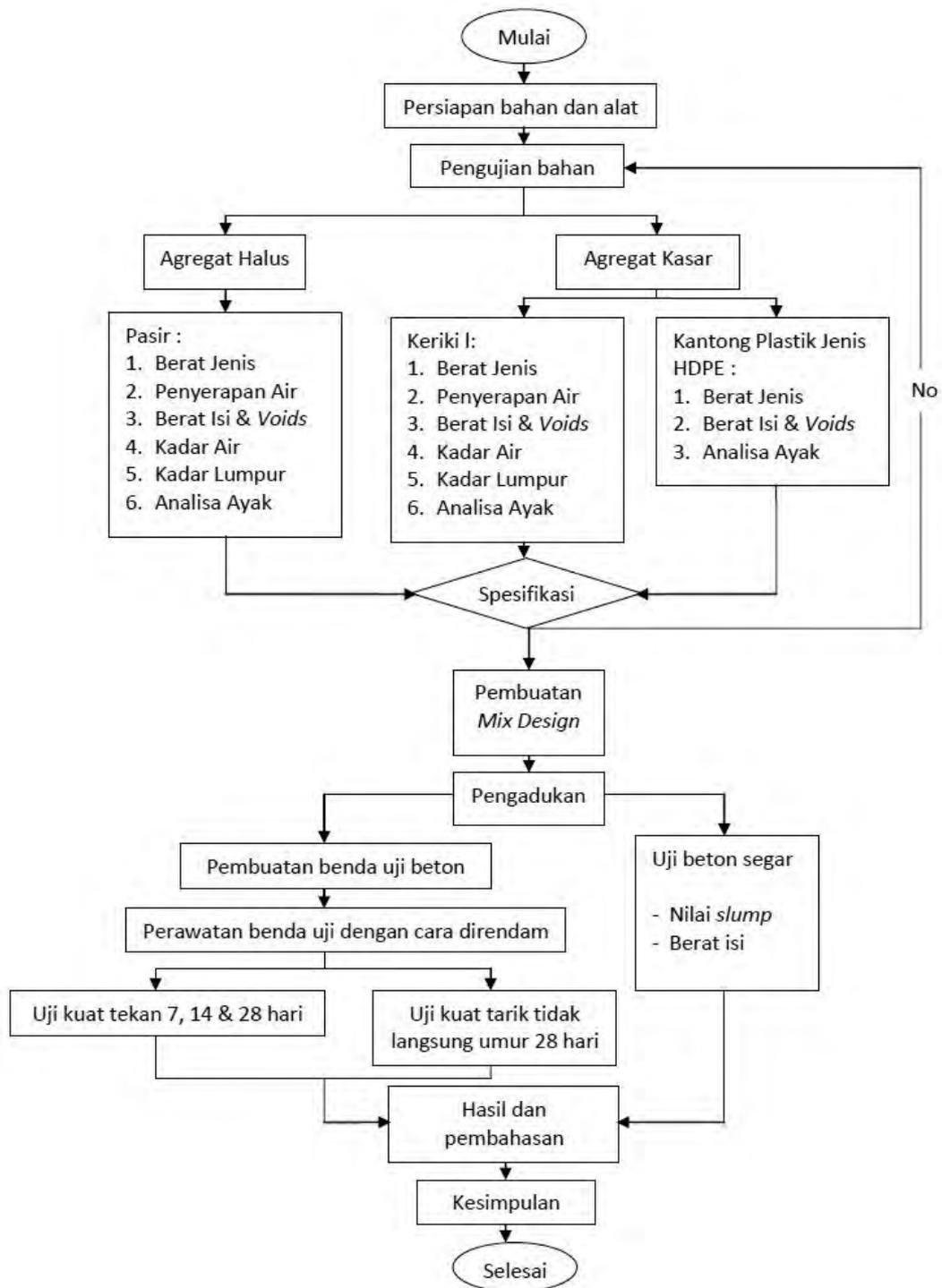
UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ini kami sampaikan kepada Politeknik Negeri Jakarta, khususnya P3M sebagai penyalur dana pada penelitian ini dan juga kepada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah menyediakan infrastruktur untuk berjalannya penelitian ini dengan sebaik – baiknya.

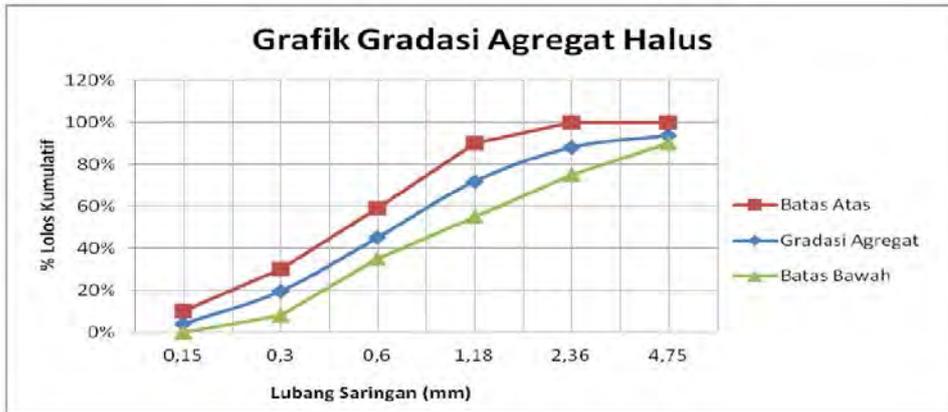
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, D. 2011. *Pengujian Bahan 1*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [2] Achmad, D. 2011. *Pengujian Bahan 2*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [3] Azhra, E.L. 2003. *Teknologi Bahan II*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SK-SNI T-15-1990-03. Yayasan LPMB. Bandung.
- [5] Dradjad, dkk. 2010. Prototype Beton Plastik dengan Bahan Dasar Agregat Plastik Hasil Daur Ulang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2010*. ISSN: 1978-399X. Volume 04. 24 April. *Politeknik Negeri Jakarta*: 30-44.
- [6] Mulyono, T. 2009. *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- [7] Pratikto. 2010. Beton ringan ber-agregat limbah botol plastik jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2010*. ISSN: 1978-399X. Volume 04. 24 April. *Politeknik Negeri Jakarta*: 1-8.

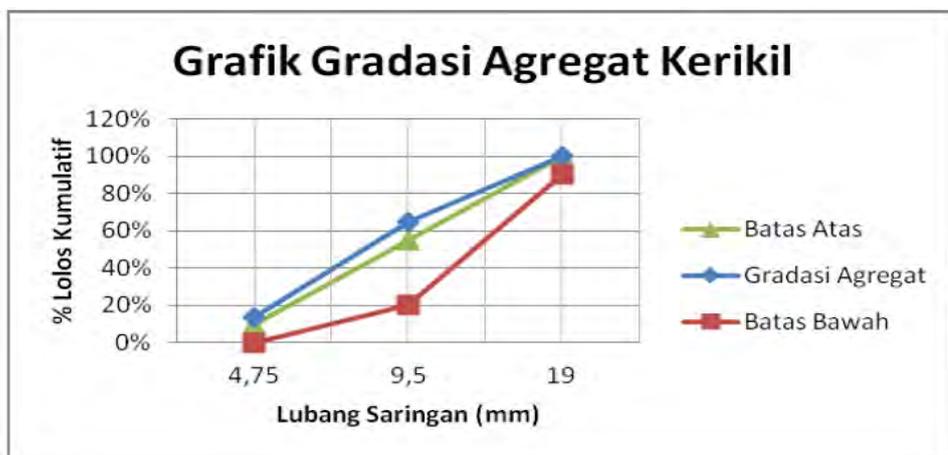
- [8] Riyadi, M. dan Amalia. 2005. *Teknologi Bahan 1*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [9] Senjaya dan Saleh. 2008. Pemanfaatan beton dengan agregat kasar limbah plastik jenis PET. *Tugas akhir*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [10] Tjokrodimulyo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- [11] Yuristary, Y. 2012. Jangan Membakar Limbah Plastik!. <http://suma.ui.ac.id/2012/07/02/jangan-membakar-limbah-plastik/>. 20 Mei 2013 (15:23).



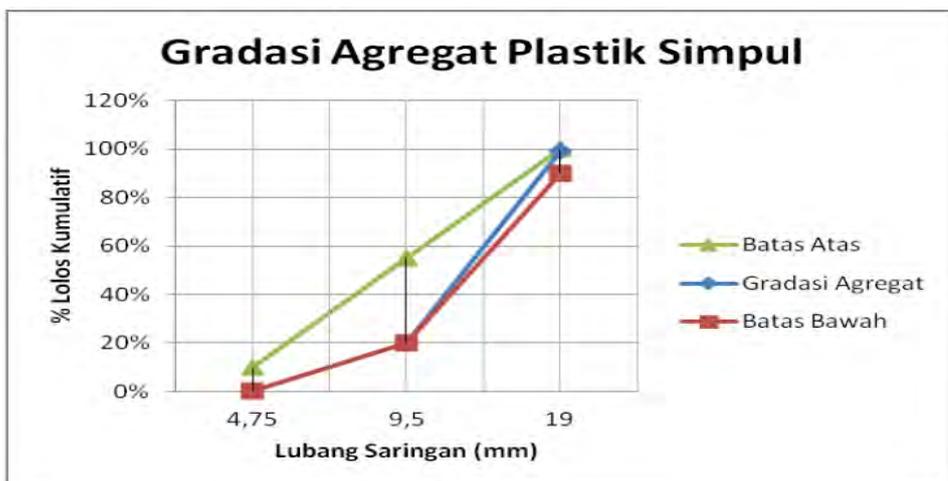
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Grafik Batas Gradasi Pasir (Agregat Halus) No. 2 BS 882:1773



Gambar 3. Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar Kerikil



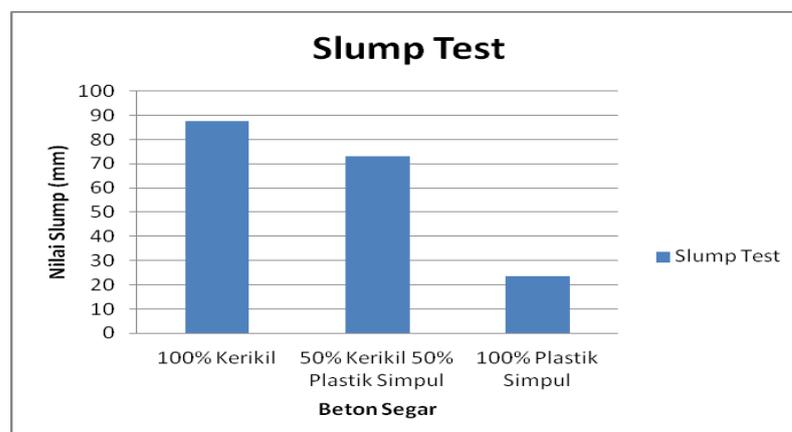
Gambar 4. Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar Buatan dari Limbah Kantong Plastik Jenis HDPE yang dibuat Simpul

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat

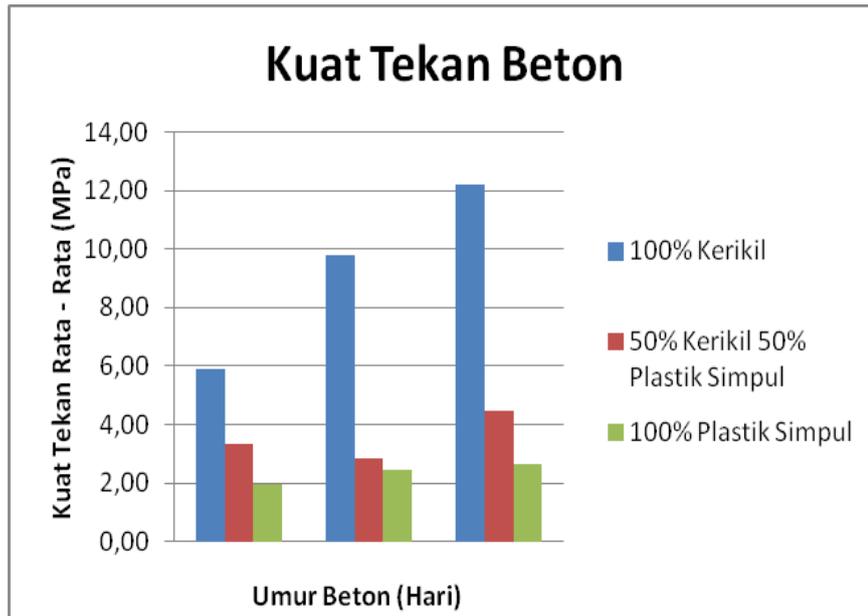
Pengujian	Agregat Halus (Pasir Alam)	Agregat Kasar	
		Kerikil	Plastik simpul
BJ SSD	2.27	2.58	BJ = 0.57
Penyerapan Air (%)	5.81	1.53	-
Berat isi (gram/cm ³)	Lepas = 1.16	Lepas = 1.40	Lepas = 0.24
	Padat = 1.27	Padat = 1.58	Padat = 0.30
Voids (%)	43,31	41,42	52,35
Kadar Air (%)	13.91	1.98	-
Kadar lumpur (%)	4.75	2.94	-
Analisa Ayak	Gradasi Zone II	19 mm	19 mm
	FM = 2.78	FM = 6.21	FM = 6.81

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar

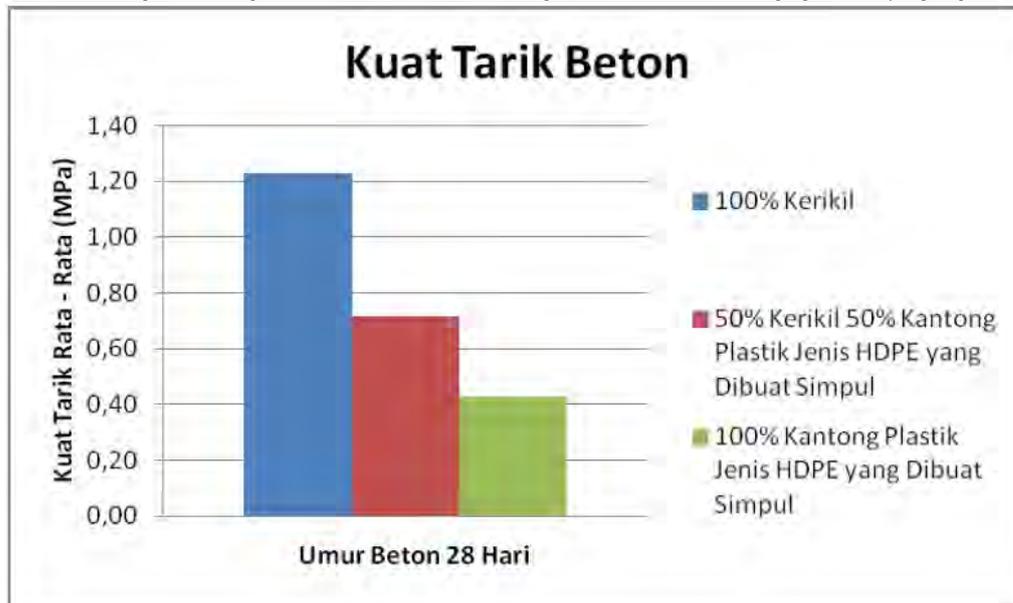
Pengukuran	Beton Segar		
	100% Kerikil	50% Kerikil 50% Plastik Simpul	100% Plastik Simpul
Berat Tabung Silinder (gr)	170,00	170,00	170,00
Volume Tabung (cm ³)	1000,00	1000,00	1000,00
Berat Tabung + Beton Segar (gr)	2271,00	1820	1639,00
Berat Beton Segar (gr)	2101,00	1650,00	1469,00
Berat Isi (gr/cm ³)	2,10	1,65	1,47



Gambar 5. Diagram Hubungan Antara Nilai Slump dengan Persentase Substitusi Agregat Kasar yang Digunakan



Gambar 6. Diagram Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dengan Persentase Substitusi Agregat Kasar yang Digunakan



Gambar 7. Diagram Hubungan Antara Kuat Tarik Beton dengan Persentase Substitusi Agregat Kasar yang Digunakan