

# STUDI PENGARUH LIMBAH PLASTIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR

Masdiana<sup>1</sup>, Sulha<sup>1</sup>, B. Mursidi<sup>1</sup>, S. Machmud<sup>1</sup>, M.S. Prasetya<sup>2</sup>,  
A.B. Lewikinta<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Dosen, Program Studi PPV Teknik Sipil, Universitas Halu Oleo

<sup>2</sup>Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya  
Korespondensi: prasetya\_syarif@uho.ac.id

## ABSTRACT

*This century waste has become a serious problem faced by every country in the world, the increasing need for plastic contributes to the high level of plastic waste. Facing the problem, the utilization of plastic waste for construction needs is considered to be a solution that gives positive and profitable results. This research aims to utilize plastic waste into fine aggregates based on plastic waste. Substitution of the amount of fine aggregate with plastic waste in the divide into 2 ie 10% and 20% substitution of waste will then be compared with normal mortar as a strong control press mortar. Plastic waste as a fine aggregate substitution solution for mortar is able to increase compressive strength, the percentage increase in press strength by 15.78% with a substitution of plastic waste 10%, then by substituting 20% of plastic waste has a strong press by 12.60%. The larger the percentage of plastic waste the decreases compressive strength because the surface of plastic waste is slippery and does not have pores so that the sticking power is not the same as sand. Plastic waste can be used as a substitute material for fine aggregates because it does not impair mortar performance.*

**Keyword :** plastic waste, fine aggregates, mortar, compressive strength

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara peringkat kedua Negara penghasil sampah dunia yaitu sebesar 187.200.000 ton[1]. Banyak masalah yang timbul akibat sampah plastik antara lain pencemaran lingkungan yang berkepanjangan akibat sifat fisik plastik dapat terurai setelah 20 tahun hingga 100 tahun. Sampah plastik dalam tanah tidak dapat diurai oleh mikroorganisme sehingga menyebabkan berkurangnya mineral baik organik maupun anorganik. Dampak negatif dari sampah plastik adalah berkurangnya kadar O<sub>2</sub> dalam tanah sehingga hewan maupun mikroorganisme tidak dapat hidup dalam area yang mengandung sampah plastik.

Penggunaan sampah plastik sebagai pengganti agregat atau sebagai substitusi telah banyak dilakukan sebelumnya.

Penggunaan material limbah *High Density Polyethylene* (HDPE) yang disimpul digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran memperoleh hasil penelitian beton HPDE membuktikan bahwa semakin besar komposisi bahan HDPE maka

semakin menurunkan nilai kuat tekan beton [2]. Limbah yang dicacah dan dilebur lalu dibuat menyerupai agregat kasar dapat mempengaruhi nilai kuat tekan. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada komposisi penambahan limbah plastik terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 20% [3].

Investigasi limbah plastik sebagai bahan agregat beton dengan variasi massa limbah plastik agregat limbah PET (*Polythelene Terephelate*) dari hasil penelitian di peroleh massa 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram. Hasil yang diperoleh beton yang mengandung limbah plastik (10 gram) memiliki kuat tekan 2,79% lebih kecil dari beton normal dengan kenaikan sebesar 64,70% dari waktu uji 3 hari. Makin banyak kandungan limbah semakin mengurangi kuat betonnya [4].

Untuk uji material limbah plastik dilakukan Uji Modulus Keausan, Berat Jenis SSD, Berat isi dan Absorbansi. Dari hasil uji material limbah PET, maka nilai modulus kehalusan yaitu 6,32 ; 6,74 dan 7,09 digunakan sebagai variabel bebas. Dari hasil

penelitian ini diperoleh hasil pengolahan limbah PET masuk dalam standar gradasi agregat kasar untuk beton ringan struktural (1400-1800 kg/m<sup>2</sup>)[5].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Mortar merupakan material yang dicampur dalam komposisi tertentu, berbahan dasar agregat halus (pasir) dan dicampur dengan bahan perekat seperti semen, tanah liat dan kapur. Menurut SNI 03-6882-2002 dan ASTM C-270-10 [6][7].

### 2.1 Spesifikasi Proporsi

Mortar terdiri dari campuran agregat, air dan bahan pengikat semen. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi standar dalam butir 4 dan harus memenuhi **Tabel 1**.

Proporsi pencampuran yang siapkan di laboratorium harus memenuhi standar 1. Tidak diperkenankan untuk menggunakan bahan yang memiliki sifat fisis yang berbeda tanpa pengujian ulang dan harus memenuhi sifat-sifat mortar.

Persyaratan sifat-sifat mortar dapat dilihat pada **Tabel 1** yaitu mortar dengan jumlah air dengan tingkat kelecakan (Flow) (110±5). Hal ini bertujuan untuk memperkirakan tingkat flow mortar di lapangan; Jika jumlah air lebih banyak maka sifat dan ketentuan dalam Tabel 1 tidak dapat digunakan sebagai persyaratan pengawasan untuk hal ini digunakan ASTM C-780-06a [8].

**Tabel 1.** Persyaratan Spesifikasi

Mortar	Tipe	Kekuatan 28 hari (Mpa)	Minimum retensi air (%)	Rasio agregat
<b>Semen Pasangan</b>	M	17,2	75	2,25 – 3 x
	S	12,4	75	Jumlah
	N	5,2	75	Volume
	O	2,4	75	Bersifat semen

Sumber : SNI 03-6882-2002

## 2.2 Material Mortar

### 2.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No.4 – saringan No.200 (d = 0,075 mm)[9]. Agregat halus sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus agar dapat

mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (*surface area*) akan lebih besar.

### 2.2.2 Semen

Semen Portland merupakan kombinasi kimia kalsium (Ca), silica (Si), alumunium (Al), besi (Fe), yang dikendalikan secara ketat dan sejumlah bahan lain seperti gypsum yang ditambahkan dalam proses penggilingan akhir untuk mengatur waktu pengikatan (*setting time*) beton. 85% bahan semen adalah silika dan kapur [10]. Volume semen yaitu sebesar 10% saja dari volume beton, semen merupakan bahan perekat yang aktif yang memiliki harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain

### 2.2.3 Air

SNI 03-2847-2002 persyaratan air yang akan digunakan sebagai salah satu campuran harus memenuhi syarat antara lain tidak memiliki rasa atau tawar, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung bahan kimia, zat organik lainnya yang dapat merusak mortar. Air untuk perawatan (*curing*) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Keasaman (PH) tidak boleh > 6 dan tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur [11].

### 2.2.4 Limbah Plastik

Jenis plastik PET (*polyethylene terephthalate*) yang diolah menjadi agregat melalui proses pemotongan, pembersihan, pelelehan, pendinginan dan penghancuran. Plastik PET biasanya digunakan untuk kemasan botol minuman.

Limbah PET tersebut digunakan sebagai pengganti bahan agregat kasar kerikil yang biasanya digunakan untuk campuran beton. Uji mekanis kuat tarik belah dilakukan pada sampel beton ringan beragregat plastik PET didapatkan rata-rata 1,98 MPa untuk FM 6,317 , 4,297 MPa untuk FM 6,738 dan 4,84315 MPa untuk FM 7,08 [5].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Pengujian Sifat Fisik Material

Pengujian sifat fisik material meliputi uji analisa saringan agregat, uji berat jenis agregat, kadar lumpur agregat, kadar air, uji keausan agregat, slump test dan uji daya serap air (*water absorpsi*).

#### 3.1.1 Uji Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan agregat halus

bertujuan untuk mengetahui zona agregat halus yang mempengaruhi porositas, sifat kepadatan air dan kepadatan agregat halus. Sebelum agregat halus dimasukkan dalam saringan harus agregat halus harus dalam kondisi SSD supaya tidak menyerap air. Umumnya agregat halus mempunyai Modulus Halus Butir sekitar 1.50 – 3.8. Nilai ini juga dipakai sebagai dasar untuk perbandingan dari campuran agregat. Untuk agregat campuran nilai Modulus Halus Butir yang dapat digunakan sekitar 5.0 – 6.0.[12]

### 3.1.2 Uji berat jenis dan penyerapan agregat

Pengujian berat jenis adalah untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung dapat ditentukan banyaknya agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. Analisa hasil pengujian menggunakan persamaan, yaitu :

$$B_j \text{ Kering} = \frac{BK}{(W_2 + B_j - W_1)} \quad (1)$$

$$B_j \text{ SSD} = \frac{B_j}{(W_2 + B_j - W_1)} \quad (2)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - BK}{BK} \times 100 \% \quad (3)$$

### 3.1.3 Uji Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur terhadap agregat yang digunakan dalam komposisi pembuatan agregat ringan ini berguna untuk mengetahui seberapa banyak lumpur yang terdapat pada suatu agregat yang akan digunakan untuk pembuatan beton ringan, karena kadar lumpur juga mempengaruhi mutu. Untuk agregat halus, kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm atau No.200) dalam persen maksimum (SK-SNI-T-15-1990-03). Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3% Untuk agregat halus sebesar 5%.[12]

$$KL = \frac{BA - BAK}{BA} \times 100\% \quad (4)$$

### 3.1.4 Kadar Air

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen (%).

$$KA = \frac{wd - wk}{wd} \times 100\% \quad (5)$$

### 3.1.5 Uji Berat Jenis

Standar metode pengujian ini untuk menghitung berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat. Ukuran butir agregat kasar adalah 5 mm - 40 mm, agregat halus terbesar 5 mm. Pengujian dalam kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk dan ketok. Dalam kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok [12]

Pada kondisi padat dan gembur memiliki berat isi yang berbeda karena pada berat isi gembur masih terdapat rongga-rongga udara, berbeda dengan berat isi padat yang dipadatkan dengan cara ditusuk sehingga berat isi padat lebih berat daripada berat isi gembur karena berat isi padat tidak memiliki rongga udara.

$$BJ = \frac{BA}{V} \quad (6)$$

### 3.1.6 Uji Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah perbandingan relatif antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Untuk menghitung berat jenis semen digunakan persamaan:

$$BJ \text{ semen} = \frac{BS}{(v_2 - v_1) d} \quad (7)$$

## 3.2 Persiapan Sampel

- Persiapan bahan meliputi kegiatan mengumpulkan botol plastik . Botol yang digunakan adalah botol air mineral yang bersih dari kotoran agar saat diolah kotoran tidak merusak tektur (**Gambar 1a**). Proses selanjutnya adalah mem bakar, menghaluskan, menyaring menggunakan saringan #200 agar tekstur sama dengan pasir.
- Pembakaran menggunakan tungku arang agar panas yang dihasilkan tidak merusak senyawa botol plastik. Cara memanaskan botol plastik dilakukan dengan cara membolak balik supaya suhu panasnya merata di permukaan hingga botol plastik berubah seperti gel bening (**Gambar 1b**).
- Hasil olah limbah plastik yang digunakan adalah yang berwarna putih dan bening (**Gambar 1c**). proses menghaluskan harus menunggu benda uji (hasil olah limbah) dingin agar memudahkan dalam menghaluskannya.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 1.** (a) Jenis Limbah Botol Plastik, (b) Proses Pengolahan Limbah, (c) Hasil Proses Pengolahan Limbah

### 3.3 Benda Uji

Variabel pembanding adalah mortar yang tidak mengandung limbah plastik (0%). Variabel bebas terdiri dari mortar yang mengandung limbah plastik 10%, dan 20% dari volume beton sehingga diharapkan diperoleh komposisi mortar. Variabel terikat terdiri dari hasil pengujian kuat tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari sedang variabel pengendali adalah komposisi campuran yang digunakan adalah 1 semen : 4 pasir. Jumlah benda uji yang akan dibuat dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Jumlah Benda Uji Pengujian Kuat Tekan

BENDA UJI	Substitusi Limbah (%)	Jumlah benda uji		
		7 hari	14 hari	28 hari
M	0	3	3	3
M10	10	3	3	3
M20	20	3	3	3

Sumber : Analisis, 2020

### 3.4 Pengujian Sampel

Pemeriksaan kuat tekan mortar dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan mortar pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang telah disyaratkan. Benda uji mortar diletakkan pada mesin uji tekan (*compression testing mechine*). Pembebanan dilakukan dengan menambah beban secara perlahan hingga benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja (Mulyono. T, 2004). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P = \frac{F}{A} \quad (8)$$

Pengujian tarik belah menggunakan metode "*Split Cylinder Test*". Pengalihan tegangan tarik pada benda uji selinder dilakukan dengan melalui di daerah selinder hingga selinder terbelah sepanjang diameter yang dibebani. Tegangan tidak langsung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$T = \frac{2P}{\pi .l.d} \quad (9)$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 *Properties Agregat Halus*

**Tabel 3.** Analisis Saringan Pasir Pohara

Saringan No.	Berat Tertahan (gram)	Jumlah % Tertahan	
		Tertahan	Lewat
3/8"	0	0	100
4	15,50	0,78	99,23
5	89,30	5,24	94,76
30	604,10	35,45	64,56
50	578,60	64,38	35,63
100	304,40	79,60	20,41
200	339,90	96,59	3,41
Pan	68,2	100	0

Sumber : Analisis,2020

Penggunaan pasir pohara sebagai agregat utama dalam pembuatan beton menggunakan limbah plastik, dimana dimensi penggunaannya di dominasi pada saringan tertahan nomor 30 atau 0,6 mm. Pasir pohara digunakan karena berdasarkan hasil penelitian penelitan sebelumnya bahwa spesifikasi yang di syaratkan telah memenuhi sebagai bahan dasar material konstruksi.

**Tabel.4** Hasil Pengujian Agregat Pasir Pohara

Pengataman	Hasil
Berat volume lepas	1,29 g/cm <sup>3</sup>
Berat volume padat	1,40 g/cm <sup>3</sup>
Bj Kering	2,57 g/cm <sup>3</sup>
Bj SSD	2,55 g/cm <sup>3</sup>
Penyerapan air	0,26%

Sumber : Analisis,2020

Hasil pengujian berat volume lepas agregat halus (pasir pohara) yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 1,29 gr/cm. Sehingga agregat tersebut diatas agregat ringan dan di bawah agregat normal, yang kemudian masih memenuhi sebagai bahan susun beton. Selanjutnya asil pengujian berat padat satuan volume batu pecah didapatkan sebesar 1,40 gr/cm<sup>3</sup>, berarti termasuk dalam agregat normal, yaitu 1,2 sampai 1,6 gr/cm<sup>3</sup>. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini memiliki daya serap air oleh batu pecah sebesar 0,26%. Hal ini dikarenakan batu pecah memiliki pori atau rongga udara yang kecil sehingga daya serap airnya rendah.

Mencari SSD agregat halus yaitu dengan membandingkan berat batu pecah yang tidak kedap air di udara dalam keadaan jenuh air dan permukaan kering kepada berat air dengan volume yang sama di udara, nilai SSD kerikil sebesar 2,55 gr/cm<sup>3</sup>

#### 4.2 Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan maksimal yaitu pada umur 28 (dua puluh delapan) hari.

**Gambar 2** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan saat umur mortar 28 hari, kemudian mortar normal pada umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 8,76 Mpa dan saat 28 hari sebesar 11,59 Mpa. Selanjutnya mortar yang mengandung 10% limbah plastik (M10) pada umur 7 hari memiliki kuat tekan sebesar 7,54 Mpa serta 8,73 Mpa pada umur 28 hari. Kemudian mortar dengan kandungan 20%

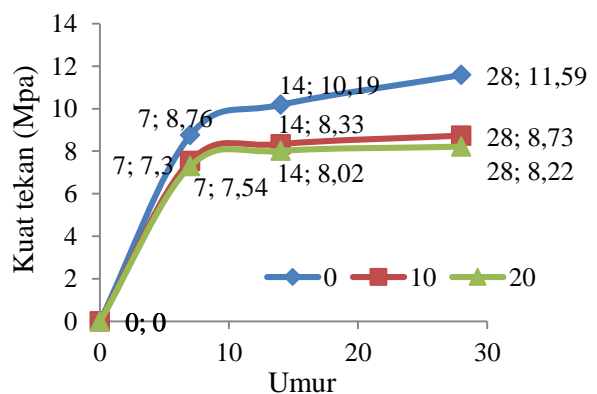
(M20) limbah plastik didapatkan kuat tekan 7,30 Mpa pada umur 7 hari selanjutnya nilai kuat tekan terus meningkat sebesar 8,22 Mpa pada umur 28 hari.

**Tabel. 5** Hasil Pengujian Kuat Tekan

Benda Uji	Prosentase limbah (%)	Kuat tekan mortar (Mpa)		
		7 hari	14 hari	28 hari
M	0	8,76	10,19	11,59
M10	10	7,54	8,33	8,73
M20	20	7,30	8,02	8,22

Sumber : Analisis,2020

**Gambar 2** menunjukkan hasil pengujian kuat tekan yaitu kekuatan mortar yang mengandung limbah mengalami peningkatan dari umur 7 – 14 hari sedang kekuatan pada umur 28 hari sudah stabil. Pengujian kuat tekan mortar sebagai berikut semakin besar prosentase limbah plastik semakin menurun nilai kuat tekan karena permukaan limbah plastik licin dan tidak memiliki pori sehingga daya lekat tidak sama dengan pasir. Berkurangnya daya rekat limbah karena perencanaan komposisi semen menggunakan komposisi pasir, prosentase semen harus ditingkatkan agar bisa diperoleh hasil menghampiri mortar normal.



**Gambar 2.** Grafik Pengujian Kuat Tekan

#### 5. KESIMPULAN

Hasil pengujian kuat tekan yaitu kekuatan mortar yang mengandung limbah mengalami peningkatan dari umur 14 hari sedang kekuatan pada umur 28 hari sudah stabil. Prosentase kenaikan kekuatan untuk M10 sebesar 15,78% dan M20 sebesar 12,60% jika dibandingkan dengan umur mortar 7 hari.

Pengujian kuat tekan mortar menunjukkan bahwa semakin besar prosentase limbah plastik semakin menurun nilai kuat tekan karena permukaan limbah plastik licin dan tidak memiliki pori sehingga daya lekat tidak sama dengan pasir.

Penggunaan agregat halus dari pengolahan limbah plastik dapat digunakan karena tidak merusak kinerja mortar.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Jambeck *et al.*, “the Ocean : the Ocean :,” *Mar. Pollut.*, vol. 347, no. 6223, pp. 768-, 2015.
- [2] A. Rahmadiny, N. Bargreitha, T. A. P. Pamungkas, R. R. Chandra, M. Angky, and A. A. Setiawan, “Penggunaan Material Limbah High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton,” *Widyakala J.*, vol. 6, p. 6, 2019, doi: 10.36262/widyakala.v6i0.161.
- [3] E. Rommel, “Making Lightweight Aggregate Concrete From Artificial Plastic,” *J. Gamma*, vol. 9, no. 1, pp. 137–147, 2015.
- [4] Isnawaty, “PENGARUH PENAMBAHAN AGREGAT LIMBAH PLASTIK TERHADAP KUAT TEKAN BETON,” Makassar, 2015.
- [5] D. G. A. Nursyamsi, “AGREGAT KASAR PADA BETON RINGAN STRUKTURAL Dhiyando Giovanni Alfiandi Nursyamsi,” 1800.
- [6] B. S. Nasional, “SNI 6882-2002 Spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan,” *Sni 03-6825-2002*, vol. 9, no. 2, pp. 1–10, 2002.
- [7] ASTM C 270-07, “Standard Specification for Mortar for Unit Masonry,” *United States Am. Soc. Test. Mater.*, pp. 2–13, 2007, doi: 10.1520/C0270-10.[8] American Society for Testing and Materials, “ASTM C 780. Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortar for plain and reinforced unit masonry,” vol. i, p. 17, 2006.
- [9] American Society for Testing and Materials, “ASTM C33- 03 : Standard Specification for Concrete Aggregate,” *ASTM Stand. B.*, vol. 04, pp. 1–11, 2001.
- [10] R. R. Irawan, *Semen Portland di Indonesia untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi*. 2013.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002,” *Bandung Badan Stand. Nas.*, p. 251, 2002.
- [12] B. S. Nasional, “Sni Astm C136:2012,” *Metod. uji untuk Anal. saringan Agreg. halus dan Agreg. kasar ( ASTM C 136-06 , IDT )*, 2012.