

## LIMBAH PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON RINGAN

**Muhammad Wijaya**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: m.wijayamwj@gmail.com

**Liliana**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: liliana@jts.upr.ac.id

**Maryanto**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: maryantosipilupr@gmail.com

**Abstract:** Processing plastic waste into an alternative coarse aggregate as a concrete admixture certainly becomes one of the solutions in the science of civil engineering to minimize the increasing amount of plastic waste. The type of plastic that is processed into mild coarse aggregate is Polyethylene Terephthalate (PET) which is commonly found in bottles of mineral water. Concentrations of adding plastic aggregates ranging from 50%, 75%, and 100% with the planned variations of granules 19, 9.5, and 4.75. Plastic aggregate used as a substitution of coarse aggregate in lightweight concrete mixes influences the compressive strength and weight of the concrete contents. The best test specimen results are in the second Variation with a percentage of plastic aggregate/natural aggregate (PA/AA) 75/25% with a compressive strength value of 11.1 MPa and a weight of 1687.9 kg/m<sup>3</sup>. The crack patterns that occur in plastic concrete when tested are columnar. This indicates that the adhesion of coarse aggregate to mortar is good. The specimens meet the bulk weight requirements for lightweight concrete but do not meet the compressive strength standard requirements for structural lightweight concrete. Plastic concrete can only be used for light construction structures. Meanwhile, research conducted by Supratikno and Ratnanik (2019) using the same material resulted in a compressive strength value of 10.14 MPa and a content weight of 2260 Kg / m<sup>3</sup>. The compressive strength and content weight data indicate that in this study there has been an increase in the quality of the test objects produced against previous research conducted by Supratikno and Ratnanik (2019).

**Keyword:** lightweight coarse aggregate, lightweight plastic concrete, polyethylene terephthalate (PET)

**Abstrak:** Pengolahan limbah plastik menjadi agregat kasar alternatif sebagai bahan campuran beton menjadi salah satu solusi di bidang ketekniksipil dalam upaya meminimalisir semakin banyaknya limbah plastik. Penelitian ini menggunakan jenis plastik adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang biasa ditemukan pada botol air mineral. Variasi penambahan agregat plastik (AP) terhadap agregat alam (AA) adalah 1) AP = 0% dan AA = 100%, 2) AP = 50% dan AA = 50%, 3) AP = 75% dan AA = 25%, dan 4) AP = 100% dan AA = 0%. Variasi gradasi agregat dilakukan 1) #19 mm = 10%, #9,5 mm = 40%, dan #4,75 mm = 50%, 2) #19 mm = 10%, #9,5 mm = 35 %, dan #4,75 mm = 55%, dan 3) #19 mm = 5%, #9,5 mm = 45%, dan #4,75 mm = 50%. Berdasarkan hasil uji kuat tekan dan berat isi beton ringan yang menghasilkan campuran terbaik adalah variasi campuran AP=75% dan AA = 25% dan gradasi campuran #19 mm = 10%, #9,5 mm = 35 %, dan #4,75 mm = 55%. Kuat tekan sebesar 11,1 MPa dan berat isi sebesar 1687,9 kg/m<sup>3</sup>. Benda uji memenuhi persyaratan berat isi tetapi tidak memenuhi standar kuat tekan untuk beton ringan struktural. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Supratikno dan Ratnanik (2019) dengan menggunakan material yang sama menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 10,14 Mpa dan berat isi sebesar 2260 Kg/m<sup>3</sup>. Data kuat tekan dan berat isi mengindikasikan pada penelitian ini terjadi peningkatan kualitas benda uji yang dihasilkan terhadap penelitian sebelumnya yang dilakukan Supratikno dan Ratnanik (2019).

**Kata Kunci:** agregat kasar ringan, beton ringan plastik, *polyethylene terephthalate* (PET)

## PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi masalah serius dilihat dari dampak negatifnya terhadap lingkungan hidup. Menurut Jambeck (2015), dalam satu tahun, diperlukan 12 juta barel minyak, dan 14 juta pohon ditebang untuk membuat plastik. Dari estimasi total 275 juta metrik ton (MT) sampah plastik yang diproduksi dari 192 negara di seluruh dunia pada tahun 2010, diperkirakan terdapat antara 4,8 – 12,7 juta MT masuk ke lautan lepas. Indonesia menyumbang sampah plastik sebesar 3,32 juta ton atau berada di posisi kedua setelah Tiongkok yang mencapai 8,82 juta ton.

Menurut Benjamin (2013), dibutuhkan waktu sekitar 450 tahun untuk membuat plastik dapat terurai secara alami. Berarti penambahan jumlah sampah plastik yang sangat cepat tidak berimbang dengan proses penguraian plastik secara alami yang sangat lambat karena memakan waktu yang sangat lama. Pengolahan limbah plastik menjadi agregat kasar alternatif sebagai bahan campuran beton tentunya menjadi salah satu solusi di bidang ketekniksipil dalam upaya meminimalisir semakin banyaknya limbah plastik. Beton cocok dijadikan media mengingat hampir di semua model bangunan menggunakan beton sebagai salah satu bahan utamanya. Selain sebagai wujud kontribusi, pengolahan limbah plastik menjadi agregat kasar juga akan menjadi salah satu solusi alternatif pembuatan desain beton ringan (*light weight concrete*) yang ramah lingkungan.

Beton ringan memiliki keunggulan lebih ringan dibandingkan dengan desain campuran beton pada umumnya. Bobotnya yang ringan akan membuat beban sendiri pada bangunan juga secara otomatis tereduksi sehingga dapat meringankan beban yang dipikul oleh pondasi bangunan.

Supratikno dan Ratnanik (2019) melakukan penelitian beton ringan dengan menggunakan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan dasar pembuat agregat kasarnya. Penelitian yang dilakukan oleh Arief dan Nursyamsi (2017) tentang pembuatan agregat kasar menggunakan limbah plastik berbahan *high density polyethylene* (HDPE) dengan penambahan *silica fume*.

Mengacu dari penelitian terdahulu, penelitian ini akan mengkaji pembuatan agregat kasar ringan buatan dengan menggunakan bahan sampah botol plastik dengan melakukan substitusi sebagian menggunakan agregat kasar alami yang

bersifat normal untuk dijadikan beton ringan. Di samping itu juga penelitian ini mengkaji pemakaian dengan ukuran butiran agregat kasar berukuran sebesar 19 – 4,75 mm dengan melakukan variasi gradasi agregat kasar sehingga menghasilkan berat isi dan kuat tekan beton untuk beton ringan struktural.

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Metode ini bertujuan untuk bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variabel terikat dengan melakukan manipulasi variabel bebas pada suatu keadaan yang terkendali (variabel kontrol).

### Material Campuran Beton

Plastik yang digunakan sebagai agregat buatan berasal dari limbah botol plastik yang sudah tidak terpakai dan menjadi sampah di lingkungan masyarakat. Agregat kasar alam yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Mandi Angin Provinsi Kalimantan Selatan yang telah masuk spesifikasi SNI. Agregat halus yang digunakan adalah berupa pasir putih yang berasal dari Tangkiling Provinsi Kalimantan Tengah yang telah memenuhi spesifikasi SNI. Sedangkan semen yang digunakan berupa semen PCC.

### Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat penunjang dalam pengujian material dan benda uji beton. Peralatan tersebut antara lain : timbangan digital, satu set saringan standar SNI, oven, keranjang kawat, mesin *Los Angeles* (LA), cetakan silinder, UTM (*Universal Testing Machine*).

Sedangkan untuk proses pembuatan agregat dari limbah plastik menggunakan alat sebagai berikut: nampan, pisau, kompor, palu.

### Pembuatan Limbah Plastik

Botol plastik yang telah dibersihkan akan dicacah menjadi potongan kecil agar mudah untuk dilelehkan. Cacahan plastik kemudian dibuat ke dalam nampan yang selanjutnya di masak di atas kompor. Proses pelelehan plastik memakan waktu 15-30 menit. Plastik yang sudah meleleh selanjutnya didiamkan hingga mengeras. Plastik yang sudah mengeras dan berbentuk bongkahan selanjutnya dibersihkan permukaannya dari kerak-kerak ampas pembakaran menggunakan pisau. Bongkahan plastik yang sudah bersih selanjutnya dipecah menggunakan palu hingga menghasilkan butiran-butiran plastik berukuran 4,75-19 mm



**Gambar 1.** Cacahan botol plastik



**Gambar 2.** Plastik dilelehkan di atas kompor



**Gambar 3.** Bongkahan plastik yang telah mengeras



**Gambar 4.** Pemecahan plastik menjadi butiran-butiran agregat kasar



**Gambar 5.** Plastik yang telah berbentuk agregat kasar

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Agregat Plastik

Dari penelitian karakteristik agregat plastik, didapat nilai-nilai yang dapat digunakan sebagai standar agar agregat plastik memenuhi persyaratan agregat ringan struktural. Berat volume pada agregat kasar plastik pada kondisi

padat sebesar 0.752 kg/lt, pada kondisi goyangan 0.742 kg/lt, sedangkan pada kondisi lepas 0.712 kg/liter. Modulus kehalusan sebesar 6,5%. agregat kasar plastik didapat kadar air sebesar 1.41%. agregat kasar plastik menghasilkan nilai *Apparent Specific Gravity* 1.34, *Bulk Specific Gravity* (kering) 1.32, *Bulk Specific Gravity* (SSD) 1.33. agregat kasar plastik didapat nilai abrasi sebesar 36.79%.

**Tabel 1.** Karakteristik agregat plastik

No.	Jenis Test	Agregat Plastik	Standar Agregat Beton Ringan Struktural
1	Kadar Lumpur(%)	0	1 %
2	Kadar Air (%)	1.126	maksimal 20%
3	Berat Volume(Kg/lt)	Padat	880 kg/lt
		Goyangan	
		Lepas	
		rata-rata	
4	Apparent Spec. Gravity	1.34	1,0-1,8
Bulk Spec. Gravity (Kering)	1.35		
Bulk Spec. Gravity (SSD)	1.34		
5	Modulus elastisitas	6,5%	6-7,1 %
6	Abarasi(%)	36,79%	Mutu beton II (27-40%)

### Hasil Pemeriksaan Slump Beton Plastik

Dari hasil pemeriksaan *slump* beton dengan bahan campuran agregat plastik diperoleh nilai sebesar 7,5 cm. hasil nilai slump beton memenuhi syarat perencanaan slump beton sebelumnya yang menggunakan metode ACI sebesar 7,5-10 cm.

### Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Plastik Segar

Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat isi beton segar rata-rata sebesar 1653,26 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pemeriksaan memenuhi standar untuk beton ringan struktural. Standar beton ringan struktural adalah 1400-1850 kg/m<sup>3</sup>

### Hasil Kuat Tekan Benda Uji

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar menggunakan Universal Testing Machine (UTM) dengan cara memberikan beban tekan sedikit demi sedikit dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 10 cm x 20 cm)

sampai hancur. Hasil kuat tekan dapat dilihat pada grafik dan tabel berikut.

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton Plastik

OBSERVASI			
No	Uraian	Hasil	
1	Berat Wadah	6,65	Kg
2	Berat Benda Uji + Wadah	9,3	Kg
3	Volume Wadah	0,00157	m <sup>3</sup>
4	Berat Benda Uji	3,3	Kg
5	Berat Isi Beton Segar	1653,26	kg/m <sup>3</sup>

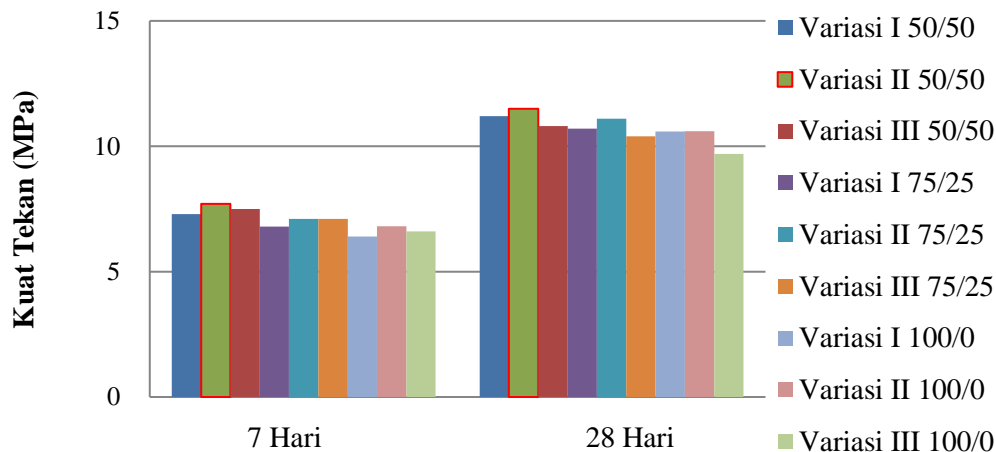
Dari data kuat tekan, diperoleh data sampel terbaik ada pada benda uji Variasi II (75/25) dikarenakan memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 11.1 MPa dan Berat isi 1687.9 kg/m<sup>3</sup>. Adapun standar berat isi untuk beton ringan struktural sebesar 1400-1850 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan sebesar 17,24-41,36 MPa. Jadi, dari semua benda uji yang menggunakan agregat kasar plastik

belum memenuhi syarat kuat tekan beton ringan struktural.

Dilihat dari pola keretakan yang terjadi pada benda uji, pola keretakan columnar lebih sering terjadi dibanding pola retak Sheer. Hal ini mengindikasikan bahwa agregat plastik mampu merekat dengan baik pada lapisan mortar.

Faktor yang membuat nilai kuat tekan beton rendah sehingga tidak memenuhi standar kuat

tekan beton ringan struktural adalah kekuatan agregat plastik yang cenderung berbeda-beda dikarenakan proses pengolahan agregat plastik yang masih manual dan sulit dikontrol. Hal ini bisa dilihat dari hasil pengujian abrasi pada dua sampel plastik. Sampel pertama dengan warna agregat kecoklatan hanya berada pada nilai mutu beton kelas III, sedangkan sampel kedua dengan warna krim memiliki nilai mutu beton kelas II.



Gambar 6. Grafik hubungan kuat tekan dan umur beton plastik

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Slump Beton Plastik

No	Uraian	Hasil
1	Tinggi Cetakan	30 Cm
2	Tinggi max. Benda Uji	30 Cm
3	Tinggi Min. Benda Uji	15 Cm
4	Tinggi Rata-rata Benda Uji	22,5 Cm
5	Besar Slump	7,5 Cm

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan benda uji

No	Variasi Agregat (AP/AA)	Berat Isi (Kg/M3)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Pola Retak
<b>Umur Benda Uji 3 Hari</b>				
1	Variasi I			
	0/100	2454.23	16,7	Columnar
2	Variasi II			
	0/100	2454.23	17,3	Columnar
3	Variasi III			
	0/100	2454.23	17,1	Columnar

Tabel 4. Lanjutan

No	Variasi Agregat (AP/AA)	Berat Isi (Kg/M3)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Pola Retak
<b>Umur Benda Uji 7 Hari</b>				
1	Variasi I			
	0/100	2454.23	18,6	Columnar
	50/50	1878.98	7.3	Sheer
	75/25	1751.59	6.8	Columnar
	100/0	1624.2	6.4	Columnar
2	Variasi II			
	0/100	2454.23	19,1	Columnar
	50/50	1878.98	7.7	Columnar
	75/25	1687.9	7.1	Columnar
	100/0	1560.51	6.8	Columnar

Tabel 4. Lanjutan

No	Variasi Agregat (AP/AA)	Berat Isi (Kg/M3)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Pola Retak
3	Variasi III			
	0/100	2454.23	18,8	Columnar
	50/50	1924.68	7.5	Columnar
	75/25	1751.59	7.1	Columnar
	100/0	1624.2	6.6	Columnar
<b>Umur Benda Uji 28 Hari</b>				
1	Variasi I			
	0/100	2454.23	27,8	
	50/50	1878.98	11.2	Columnar
	75/25	1751.59	10.7	Sheer
	100/0	1624.2	10.6	Columnar
2	Variasi II			
	0/100	2454.23	29,3	Columnar
	50/50	1878.98	11.5	Columnar
	75/25	1687.9	11.1	Columnar
	100/0	1560.51	10.6	Columnar
3	Variasi III			
	0/100	2454.23	28,7	Columnar
	50/50	1924.68	10.8	Columnar
	75/25	1751.59	10.4	Columnar
	100/0	1624.2	9.7	Columnar

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Agregat kasar plastik dikategorikan sebagai agregat kasar ringan yang dapat digunakan sebagai bahan campuran beton struktural.
2. Semakin banyak penambahan agregat kasar plastik terhadap kebutuhan akan agregat kasar secara keseluruhan, semakin ringan beton yang dihasilkan.
3. Hasil berat volume pada agregat kasar plastik pada kondisi padat sebesar 752 kg/lt, pada kondisi goyangan 742 kg/lt, pada kondisi lepas 712 kg/lt (berat kondisi gembur/lepas

maksimal 880 kg/lt). Modulus kehalusan agregat plastik sebesar 6,5% (standar untuk modulus kehalusan agregat kasar 6-7,1 %) dan kadar air sebesar 1,41% (standar maksimal 20%). Nilai berat jenis Apparent Specific Gravity 1,34, Bulk Specific Gravity (kering) 1,32, Bulk Specific Gravitray (SSD) 1,33 (standar berat jenis untuk agregat ringan struktural 1,0-1,8). Nilai abrasi sebesar 36,79% (standar beton kelas II sebesar 27-40%).

4. Pada hasil pengujian fisik, agregat kasar dari bahan plastik dapat memenuhi standar nilai agregat kasar ringan untuk dijadikan beton ringan struktural.
5. Setelah dilakukan pengujian kuat tekan, berat isi serta pola keretakan pada beton plastik, dapat disimpulkan beberapa perilaku yang terjadi pada beton plastik. Nilai kuat tekan pada beton plastik cenderung mengalami penurunan jika dilakukan penambahan persentase plastik secara terus menerus. Berbanding lurus dengan nilai kuat tekan, berat isi beton plastik cenderung mengalami penurunan pada saat dilakukan penambahan persentase plastik. Pola keretakan yang terjadi pada beton plastik saat diuji tekan rata-rata berbentuk columnar, ini mengindikasikan bahwa daya rekat agregat kasar terhadap mortar baik.
6. Pada pengujian kuat tekan dan berat isi beton, didapat hasil benda uji terbaik berada pada Variasi II dengan persentase campuran agregat plastik/agregat alam (AP/AA) 75/25 % dengan nilai kuat tekan sebesar 11,1 MPa dan berat isi sebesar 1687,9 kg/m<sup>3</sup>. Benda uji memenuhi persyaratan berat isi untuk beton ringan, tetapi tidak memenuhi syarat standar kuat tekan untuk beton ringan struktural. Beton plastik hanya bisa digunakan untuk struktur-struktur konstruksi ringan seperti dinding. Kekuatan agregat plastik yang cenderung berbeda-beda menjadi faktor yang membuat kuat tekan plastik menjadi rendah dan tidak homogen.

### Saran

1. Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:
2. Diperlukan perlakuan khusus baik dalam pengolahan limbah plastik menjadi agregat plastik maupun dalam proses pembuatan beton dengan tambahan agregat plastik. Hal



ini penting karena proses pembuatan plastik tidak terjadi secara alami melainkan melalui beberapa fase pembuatan yang otomatis membutuhkan kecermatan serta fokus dalam pengolahan agar dapat meminimalisir adanya human error/kesalahan individu.

3. Perlu dicoba melakukan penambahan bahan kimia seperti superplasticizer untuk menambah kekuatan beton.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- A ACI. 211. 2-91. (1993). *Standard Practice for selecting propotion for structural lightweight concrete*. ACI jurnal
- Arief, M.R., dan Nursnyamsi. (2017). *Pembuatan beton ringan beragregat Limbah plastik high density polyethylene (HDPE) dengan penambahan silica fume*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- Benjamin, B. (2013). *Germani hit the jackpot of recycling the jury's still out. The Guardian. Deposit Refund Systems. Germany Nature and Biodiversity Conservation Union*.
- Jambeck, J.R., dkk. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean*. Vol. 347. Woshington, DC :New York Avenue NW.
- Supratikno, Ratnanik. (2019). *Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton.*, Jurnal Teknik Sipil UTP, Vol 16, No 1, Klaten : Universitas Widya Dharma.