

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) SEBAGAI PENGGANTI PASIR PADA BETON MEMADAT SENDIRI

ZAIDAN SHENDHIKA¹, BERNARDINUS HERBUDIMAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email : zshendhika@gmail.com

ABSTRAK

Beton memadat sendiri adalah beton yang dapat mengalir dan memadat tanpa getaran mekanis, mampu mengisi cetakan dan celah sempit tanpa segregasi. Di Indonesia, jumlah sampah plastik terus meningkat, dengan PET menyumbang sekitar 26% dari totalnya. Tujuan penelitian ini memanfaatkan limbah plastik PET sebagai pengganti pasir secara parsial pada beton memadat sendiri, komposisi limbah plastik PET yang digunakan 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% sebagai pengganti pasir. Kuat tekan yang dihasilkan dengan substitusi PET sebagai pasir secara parsial berturut – turut sebesar 50,27 MPa, 30,89 MPa, 25,25 MPa, 20,54 MPa dan 18,81 MPa. Hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan seluruh variasi penggunaan limbah plastik PET sebagai pengganti pasir memenuhi kuat tekan sesuai standar beton struktural dengan minimal kuat tekan 17 MPa berdasarkan SNI 2847:2013.

Kata kunci: beton memadat sendiri, plastik PET, agregat halus, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

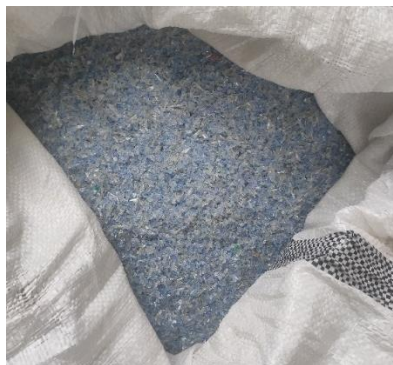
Beton memadat sendiri (*Self-Compacting Concrete*) merupakan jenis beton yang dirancang untuk mampu mengalir dan memadat secara mandiri tanpa memerlukan bantuan getaran mekanis (*vibration*) (Ningrum et al., Pranowo et al., Wari et al., Utanaka et al., and Komari et al. 2024). Beton ini memiliki karakteristik kemampuan mengisi ruang bekisting, melewati celah di antara tulangan yang rapat, serta mengalir dengan mempertahankan homogenitas campuran tanpa mengalami segregasi, sehingga tidak diperlukan proses pemadatan tambahan (Budi et al., 2021). Beton memadat sendiri (*Self-Compacting Concrete*) pertama kali dikembangkan oleh Okamura secara umum tersusun atas bahan serbuk (semen, *fly ash* dan *silica fume*), agregat kasar dan agregat halus, *superplasticizer*, serta air. Ditinjau dari komposisi materialnya, proporsi agregat halus pada beton memadat sendiri biasanya lebih besar dibandingkan agregat kasar, dengan tujuan untuk meminimalisir gesekan antar permukaan material (Neville et al. and Brooks et al. 2010).

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), proyeksi timbulan sampah plastik di Indonesia terus meningkat pada tahun 2017 hingga 2025 mendatang. Adapun timbulan sampah plastik pada tahun 2025 diproyeksikan mencapai 9,9 juta ton. Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Bali melaporkan bahwa kemasan plastik

yang terbuat dari *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan penyumbang terbesar sampah plastik, yaitu mencapai 26% (Ihsannudin et al. and Ping et al. 2020). PET adalah jenis termoplastik semi-kristalin yang bersifat transparan, memiliki tingkat kekakuan tinggi, kekuatan mekanik yang kuat, serta ketahanan kimia yang baik. Berkat kombinasi sifat mekanik dan kimianya yang unggul, PET banyak dimanfaatkan dalam pembuatan botol air dan gelas minuman, serat sintesis, kaset audio maupun video, film fotografi, kemasan makanan, dan berbagai produk lainnya (Singh et al., 2020). Langkah positif untuk pengurangan limbah plastik melalui kampanye 3R, yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali) dan *recycle* (mendaur ulang). Namun secara substansial, hasil yang didapat belum sebanding dengan pertumbuhan penggunaan plastik yang terus meningkat dari hari ke hari. Penggunaan limbah plastik PET sebagai campuran dalam beton menjadi salah satu alternatif solusi untuk menekan jumlah limbah plastik di lingkungan. Proses daur ulang plastik PET ini dengan cara dicacah terlebih dahulu menggunakan mesin pencacah plastik hingga berbentuk butiran layaknya pasir. Salah satu upaya mengurangi timbulan limbah plastik adalah dengan memanfaatkannya sebagai agregat halus pada beton memadat sendiri dengan cara mensubstitusi pasir secara parsial.

Berbagai penelitian terkait penggunaan limbah plastik PET sebagai pengganti agregat halus sudah dilakukan (Putra et al., 2017; Hayu et al., 2017). Saika et al., (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan limbah plastik PET dapat menggantikan sebagian agregat alami. Penelitian lain oleh Ghernouti et al., (2009) penggunaan limbah plastik PET dapat berperan sebagai pengganti agregat konvensional yang baik dan menghasilkan kuat tekan beton memadat sendiri yang masih diterima.

Putra et al., (2017) melakukan studi penggunaan plastik PET 2,5% sebagai pengganti pasir secara parsial dengan hasil kuat tekan sebesar 52,32 MPa. Penelitian lainnya dilakukan oleh Hayu et al., (2017) membuktikan penggunaan plastik PET 5% sebagai pengganti pasir secara parsial dengan hasil kuat tekan yang didapat sebesar 47,83 MPa. Berdasarkan penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, semakin besar komposisi limbah plastik PET yang digunakan maka semakin menurun kuat tekan yang dihasilkan. Fokus penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan beton memadat sendiri menggunakan campuran limbah plastik PET sebagai pengganti pasir secara parsial dengan komposisi limbah plastik PET 0%, 25% 75% dan 100% sehingga nilai kuat tekan beton dapat digunakan sebagai beton struktural dengan syarat kuat tekan minimal 17 MPa berdasarkan SNI 2847 : 2013. Limbah plastik PET yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Material dan Beton, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung. *Mix design* yang digunakan berdasarkan *trial and error*, menggunakan variasi PET sebagai pengganti pasir sebesar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Hal ini merujuk pada penelitian (Putra et al., 2017) melakukan studi penggunaan plastik PET 2,5% sebagai pengganti pasir secara parsial dengan hasil kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 52,32 MPa. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Hayu et al., 2017) membuktikan penggunaan plastik PET 5% sebagai pengganti pasir secara parsial dengan hasil kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari sebesar 47,83 MPa. Pada penelitian kali ini PET yang digunakan berasal dari Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Material penyusun campuran beton memadat sendiri lainnya yaitu agregat halus (*filler*) berupa Pasir Galunggung (PG), agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran 10 mm, *binder* berupa semen dan *fly ash* tipe F yang berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, bahan *admixture* berupa zat aditif menggunakan *superplasticizer* dengan merk SikaViscocrete-3115N didapatkan dari PT. Sika Indonesia. Pengujian dilakukan dengan uji kuat tekan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan 10 x 20 cm berdasarkan SNI 2847:2013. Alat pengujian kuat tekan menggunakan CTM (*Compression Testing Machine*).

Perawatan benda uji yang dilakukan yaitu dengan metode perendaman. Metode perendaman yaitu ketika benda uji silinder beton memadat sendiri telah dibuka dari cetakan, benda uji tersebut kemudian rendam ke dalam air dengan kondisi benda uji silinder terendam secara menyeluruh. Metode ini digunakan untuk menjaga kelembaban beton agar proses hidrasi semen berlangsung optimal, sehingga beton dapat mencapai kekuatan rencana (Nasruddin., Sampebulu et al., Mushar. 2020). Penggunaan metode perawatan perendaman dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Metode perawatan perendaman

2.1 Pengujian Material

Tujuan pengujian material untuk memastikan bahwa material yang akan digunakan dalam pengujian sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Pengujian material yang dilakukan meliputi agregat halus dan kasar mencakup analisis saringan, berat jenis, kadar lumpur, dan kadar air.

2.2 *Mix Design* Beton Memadat Sendiri

Perencanaan campuran beton memadat sendiri dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 yang dikombinasikan dengan perhitungan Okamura dan Ouchi dalam merancang campuran beton memadat sendiri. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menetapkan

jumlah dan proporsi masing-masing bahan penyusun SCC. Detail kebutuhan material beton memadat sendiri disajikan pada **Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4** dan **Tabel 5**.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton SCC Normal

Campuran Beton SCC Normal			
Material	substitusi parsial (%)	Kebutuhan (kg/m ³)	Kebutuhan Total (kg/m ³)
Semen		625.68	2438.515
<i>Fly Ash</i>		156.42	
Air		234.63	
<i>Superplasticizer</i>		14.078	
Agregat Halus	100	725.707	
PET	0	0	
Agregat Kasar		682	

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton SCC Penggunaan 25 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus

Campuran Beton SCC Penggunaan 25 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus			
Semen		625.68	2344.008
<i>Fly Ash</i>		156.42	
Air		234.63	
<i>Superplasticizer</i>		14.078	
Agregat Halus	75	544.281	
PET	25	86.919	
Agregat Kasar		682	

Tabel 3. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton SCC Penggunaan 50 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus

Campuran Beton SCC Penggunaan 50 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus			
Semen		625.68	2249.501
<i>Fly Ash</i>		156.42	
Air		234.63	
<i>Superplasticizer</i>		14.078	
Agregat Halus	50	362.854	
PET	50	173.839	
Agregat Kasar		682	

Tabel 4. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton SCC Penggunaan 75 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus

Campuran Beton SCC Penggunaan 75 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus			
Semen		625.68	2154.993
<i>Fly Ash</i>		156.42	
Air		234.63	
<i>Superplasticizer</i>		14.078	
Agregat Halus	25	181.427	
PET	75	260.758	
Agregat Kasar		682	

Tabel 5. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton SCC Penggunaan 100 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus

Campuran Beton SCC Penggunaan 100 % PET Terhadap Pasir Sebagai Agregat Halus			
Semen		625.68	2060.485
<i>Fly Ash</i>		156.42	
Air		234.63	
<i>Superplasticizer</i>		14.078	
Agregat Halus	0	0	
PET	100	347.677	
Agregat Kasar		682	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

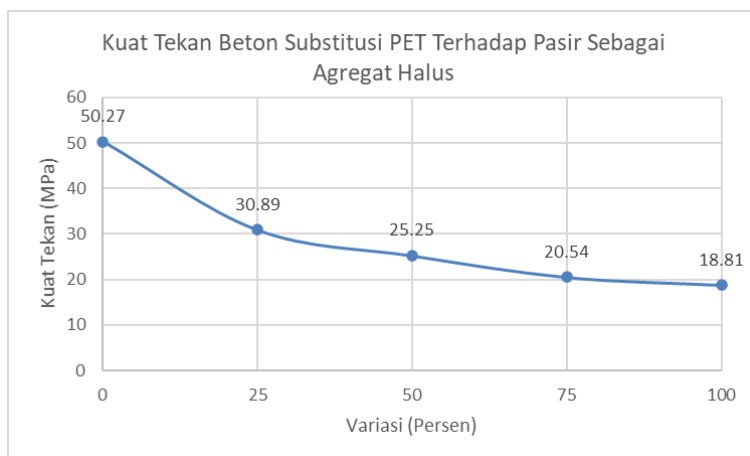
3.1 Uji Kuat Tekan

Hasil pertumbuhan kuat tekan mulai dari beton memadat sendiri dengan campuran normal hingga beton memadat sendiri penggunaan 100 % PET sebagai pengganti pasir dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Gambar 3**.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi PET Sebagai Pengganti Pasir Secara Parsial

Variasi		Sampel	Berat (gram)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
PG	PET				
100%	0%	1	3.595	55.04	50.27
		2	3.545	43.51	
		3	3.645	52.26	
75%	25%	1	3.460	29.66	30.89
		2	3.420	23.25	
		3	3.435	39.76	
50%	50%	1	3.285	24.25	25.25
		2	3.225	26.41	
		3	3.200	25.09	
25%	75%	1	3.090	19.95	20.54
		2	3.005	19.42	
		3	3.095	22.24	
0%	100%	1	3.105	19.28	18.81
		2	3.060	18.40	
		3	3.115	18.76	

Gambar 3. Kurva Kuat Tekan Beton Substitusi PET Sebagai Pengganti Pasir Secara Parsial



Meninjau kuat tekan beton pada umur 28 hari, dapat dilihat bahwa penggunaan substitusi PET sebagai pengganti pasir secara parsial mengalami penurunan kuat tekan. Dimana kuat tekan yang didapat pada beton memadat sendiri dengan campuran normal sebesar 50,27 MPa, penggunaan substitusi PET 25% sebagai pengganti pasir secara parsial sebesar 30,89 MPa, penggunaan substitusi PET 50% sebagai pengganti pasir secara parsial sebesar 25,25 MPa, penggunaan substitusi PET 75% sebagai pengganti pasir secara parsial sebesar 20,54 MPa dan penggunaan substitusi PET 100% sebagai pengganti pasir sebesar 18,81 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa besar persentase substitusi PET sebagai pengganti pasir secara parsial dapat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Bahwa semakin besar penggunaan persentase limbah plastik PET sebagai pengganti pasir pada komposisi

campuran beton memadat sendiri mengakibatkan pengurangan reaksi ikatan antara pasir sebagai agregat halus terhadap semen dan limbah plastik PET memiliki permukaan yang lebih licin. Dengan begitu nilai kuat tekan yang didapat menurun. Penelitian ini membuktikan bahwa seluruh variasi penggunaan limbah plastik PET sebagai pengganti pasir secara parsial memenuhi kuat tekan sesuai standar beton struktural dengan minimal kuat tekan 17 MPa berdasarkan SNI 2847:2013.

4. KESIMPULAN

Hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari pada penggunaan substitusi PET sebagai pengganti pasir secara parsial mengalami penurunan kuat tekan. Dimana kuat tekan yang didapat pada beton memadat sendiri dengan berturut - turut sebesar 50,27 MPa, 30,89 MPa, 25,25 MPa, 20,54 MPa dan 18,81 MPa. Persentase substitusi limbah plastik PET sebagai pengganti pasir secara parsial berpengaruh terhadap kekuatan tekan beton. Semakin tinggi persentase PET yang digunakan, ikatan antara pasir sebagai agregat halus dengan semen berkurang karena permukaan PET yang lebih licin, sehingga kekuatan tekan beton menurun. Namun, penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh variasi penggunaan limbah plastik PET sebagai pengganti pasir secara parsial memenuhi kuat tekan sesuai standar beton struktural dengan minimal kuat tekan 17 MPa berdasarkan SNI 2847:2013.

DAFTAR RUJUKAN

- Budi, A.S., Safitri, E., Annisaa, T., 2021. Kajian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Kuat Lekat Dan Kuat Tarik Beton Memadat Sendiri Terhadap Beton Normal. Matriks Teknik Sipil 9, 163.
- Gati Annisa Hayu, 2017, Karakteristik *Self-Compacting Concrete* Menggunakan Campuran Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* dan *Superplasticizer*. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/78413>.
- Ghernouti, Y. 2009. *Use of Recycled Plastic Bag Waste in The Concrete*, 8, 480-487.
- Ihsannudin, Ping, Z.S., 2020. Sampah Plastik, Laut Tercemar, dan Target SDGs. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2020/03/03/sampah-plastik-laut-tercemar-dantarget-sdgs/> (diakses 8.11.25).
- Moh. Nanang Lutfia Putra, 2017, Penggunaan Limbah Plastik Daur Ulang Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Beton SCC (*Self Compacting Concrete*). <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/82835>
- Neville, A.M., Brooks, J.J., 2010. *Concrete Technology*, 2nd ed, *Concrete Technology*. Pearson, Edinburgh.
- Ningrum, A.P.N., Pranowo, D.D., Wari, N.W., Utanaka, A., Komari, G.M., (2024). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Campuran Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*) Mutu Tinggi. Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur, 29 (2), 73-74.
- Saika, N. 2012. *Influence of Curing Conditions on The Mechanical Performance of Concrete Containing Recycled Plastic Aggregate*, 36, 196-204.
- Singh, A. K, 2020. *Mechanical Properties of Composite, Materials Based on Waste Plastic – A Review*. Materials Today: Proceedings, 26, 1293–1301.
- SNI 03-2847-2000, (2000). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. 15.