



## Pengaruh Substitusi Agregat Kasar PET terhadap Kuat Tekan Beton Normal 7 Hari

Pramudya Kurniawan<sup>1</sup>, Ikhwan Arief Purnama<sup>2</sup>, Dimas Pangestu Listyo Nugroho<sup>3</sup>, Sri Wahyuni Ravika<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, 78124, Indonesia

<sup>1</sup>pr4mudy4@gmail.com\*, <sup>2</sup>ikhwanariefpurnama@gmail.com, <sup>3</sup>dipangg20@gmail.com, <sup>4</sup>sri wahyuni ravika12@gmail.com

### Abstract

*Polyethylene Terephthalate (PET) waste is a non-biodegradable plastic material that poses serious environmental problems. The use of PET as an artificial aggregate in concrete offers a potential solution to reduce plastic waste while decreasing dependence on natural coarse aggregates. This study investigates the effect of partial substitution of coarse aggregate with PET on the 7-day compressive strength of normal concrete with a design strength of 20 MPa. Cylindrical specimens (15 × 30 cm) were prepared with PET substitution levels of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% by weight of coarse aggregate. Compressive strength testing was conducted at 7 days. The results indicate a consistent reduction in compressive strength with increasing PET content. Normal concrete achieved an average strength of 24.89 MPa. Substitutions of 5% and 10% resulted in strengths of 20.38 MPa and 19.36 MPa, respectively, while higher replacement levels of 15%, 20%, and 25% reduced strength to 14.83 MPa, 13.31 MPa, and 10.76 MPa. The reduction is attributed to the lower stiffness and weaker bonding characteristics of PET compared to natural aggregates. It can be concluded that PET can be used as partial coarse aggregate replacement at low percentages, with 5% substitution showing the most feasible performance relative to the target strength, whereas higher substitution levels are not recommended for structural concrete.*

**Keywords:** Polyethylene Terephthalate, manufactured aggregate, concrete compressive strength, plastic waste, substitution.

### Abstrak

Limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan material non-biodegradable yang berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan serius. Pemanfaatan PET sebagai agregat buatan dalam beton menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi limbah plastik sekaligus menekan ketergantungan terhadap agregat alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi sebagian agregat kasar dengan PET terhadap kuat tekan beton umur 7 hari dengan mutu rencana 20 MPa. Benda uji berbentuk silinder berukuran 15 × 30 cm dibuat dengan variasi substitusi PET sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat agregat kasar. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kuat tekan seiring meningkatnya kadar PET. Beton normal mencapai kuat tekan rata-rata 24,89 MPa. Substitusi 5% dan 10% menghasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 20,38 MPa dan 19,36 MPa, sedangkan substitusi 15%, 20%, dan 25% menurunkan kuat tekan menjadi 14,83 MPa, 13,31 MPa, dan 10,76 MPa. Penurunan ini disebabkan oleh modulus elastisitas PET yang lebih rendah serta ikatan antarmuka yang lebih lemah dibandingkan agregat alami. Dapat disimpulkan bahwa PET masih dapat digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada persentase rendah, dengan substitusi 5% menunjukkan kinerja paling mendekati kuat tekan rencana, sedangkan persentase yang lebih tinggi tidak direkomendasikan untuk beton struktural.

Kata kunci: Polyethylene Terephthalate, Agregat Buatan, Kuat Tekan Beton, Limbah Plastik, Substitusi.

Diterima Redaksi : 08-10-2025 | Selesai Revisi : 30-01-2026 | Diterbitkan Online : 31-01-2026

### 1. Pendahuluan

Beton menjadi material konstruksi yang paling umum digunakan di berbagai negara karena memiliki kekuatan tekan tinggi, ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan, serta mudah dibentuk sesuai kebutuhan struktur. Secara umum, beton terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air, dengan kemungkinan penambahan bahan aditif. Agregat merupakan komponen dengan proporsi terbesar dalam campuran, mencapai

sekitar 60–80% dari total volume beton, sehingga mutu dan karakteristiknya berperan penting terhadap sifat mekanis beton yang dihasilkan. (Hanafie, Dkk., 2023).

Agregat kasar pada beton konvensional umumnya berasal dari batuan alami seperti kerikil atau batu pecah yang diperoleh melalui proses penambangan dan pemecahan batu (Baskara, 2022). Berdasarkan SNI 2834:2000, ukuran agregat kasar yang lazim digunakan berkisar antara 5–40 mm. Ketersediaan agregat kasar alam kini semakin menurun seiring meningkatnya pembangunan infrastruktur, sementara proses produksinya memerlukan energi yang cukup besar dan menimbulkan dampak lingkungan, antara lain kerusakan ekosistem serta degradasi lahan akibat aktivitas penambangan (Sulianti, Dkk., 2018). Kondisi tersebut menegaskan pentingnya pengembangan material alternatif sebagai pengganti agregat kasar yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. (Hamid, Dkk., 2023).

Salah satu bahan alternatif yang potensial adalah limbah plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET). PET banyak digunakan sebagai bahan baku botol minuman sekali pakai, kemasan makanan, dan produk plastik lainnya (Achidah, dkk., 2024). Produksi PET yang tinggi, ditambah rendahnya tingkat daur ulang, menyebabkan akumulasi limbah plastik di lingkungan menjadi masalah serius. PET tergolong plastik yang sulit terurai secara alami; proses degradasinya dapat memakan waktu ratusan tahun, sehingga berpotensi mencemari tanah dan perairan dalam jangka Panjang (Apriliya, Dkk., 2021).

Pemanfaatan limbah PET sebagai material pengganti sebagian agregat kasar pada beton menawarkan dua keuntungan sekaligus: pertama, mengurangi beban limbah plastik yang mencemari lingkungan, dan kedua, menghemat penggunaan sumber daya alam berupa batu pecah atau kerikil. Secara teknis, plastik memiliki sifat ringan, tahan terhadap korosi, dan tidak menyerap air, namun juga memiliki kelemahan seperti modulus elastisitas yang lebih rendah dibandingkan agregat alami, yang dapat memengaruhi kekuatan beton (Kamaliah & Handayani, 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk mengetahui batas optimal pemanfaatan PET dalam campuran beton agar sifat mekaniknya tetap memenuhi standar konstruksi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Renaldi dkk. (2024) menunjukkan bahwa penambahan limbah PET sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan variasi 10%, 20%, dan 30% mampu menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton mutu  $f'_c$  10 MPa. Namun, masih terdapat keterbatasan kajian pada mutu beton yang lebih tinggi.

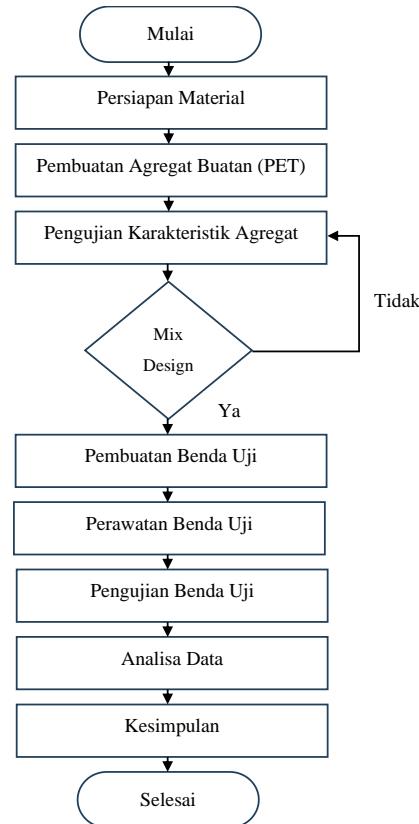
## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh substitusi agregat kasar dengan limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) terhadap kuat tekan beton normal dengan mutu rencana  $f'_c$  20 MPa. Perencanaan campuran beton mengacu pada standar SNI 2384:2000. Secara umum, tahapan penelitian digambarkan melalui diagram alur yang menjelaskan proses pelaksanaan pengujian pada gambar 1. Sedangkan tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 2 hingga gambar 6.

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis bahan utama yang terdiri dari semen Portland tipe I sebagai pengikat, agregat halus berupa pasir alami yang berasal dari sungai, agregat kasar berupa batu pecah, limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) hasil daur ulang botol minuman, serta air bersih yang bersumber dari PDAM sebagai bahan pencampur.

Limbah plastik PET diperoleh dari botol minuman bekas yang sebelumnya telah melalui proses pembersihan untuk menghilangkan sisa kotoran dan label. Setelah bersih dan kering, limbah tersebut dilelehkan pada suhu lebih dari 200°C selama kurang lebih 30–35 menit hingga berubah menjadi cairan plastis. Cairan ini kemudian dicetak dan didinginkan hingga membentuk butiran padat yang menyerupai agregat kasar.

Proses pencetakan dilakukan sedemikian rupa agar ukuran butiran yang dihasilkan memenuhi kriteria agregat kasar, yaitu lolos pada saringan berukuran 19,1 mm (3/4 inch) dan tertahan pada saringan 4,75 mm (No. 4). Hasil butiran PET tersebut kemudian digunakan sebagai bahan substitusi sebagian agregat kasar alami pada campuran beton, dengan tujuan untuk menilai sejauh mana penggantian ini memengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan.



Gambar 1. Bagan Alir



Gambar 2. Limbah Botol Plastik



Gambar 3. Proses Memasak PET



Gambar 4. PET Yang Sudah Di Bongkar Dari Cetakan



Gambar 5. PET Yang Sudah Dipecahkah



Gambar 6. Proses Penyaringan PET

Dilakukan pengujian karakteristik material sebelum dilakukan perancangan campuran beton pada penelitian ini untuk memastikan kesesuaian dengan syarat SNI 03-2834-2000. Rancangan campuran beton disusun berdasarkan substitusi penggantian agregat kasar dengan limbah PET sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat agregat kasar. Setiap substitusi dibuat lima benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sehingga total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai prosedur standar, dimulai dari penimbangan material, pencampuran, pengisian cetakan, hingga pemasakan.

Setelah dicetak, benda uji dibiarkan selama 24 jam sebelum dilepas dari cetakan dan kemudian direndam dalam air bersih untuk proses perawatan (curing). Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 7 hari dan 28 hari menggunakan mesin tekan sesuai dengan ketentuan SNI 1974-2011.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pengujian Kuat Tekan

Berikut ini adalah tabel data hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 7 hari dengan Variasi 0% :

Tabel 1. Hasil Uji Tekan Beton Normal Pada Umur 7 Hari

No.	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Normal (1)	150 x 300	17662,5	12,7	440	24,91
2	Beton Normal (2)	150 x 300	17662,5	12,8	420	23,78
3	Beton Normal (3)	150 x 300	17662,5	12,8	450	25,48
4	Beton Normal (4)	150 x 300	17662,5	12,7	450	25,48
5	Beton Normal (5)	150 x 300	17662,5	12,8	430	24,35
<b>Rata-rata</b>						<b>24,80</b>

Berdasarkan data pada tabel 1, hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 24,80 MPa. Nilai tersebut telah melampaui kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sehingga membuktikan bahwa beton normal mampu mencapai target mutu rencana kuat tekan.

Tabel 2. Hasil Uji Tekan Subtitusi PET 5% Pada Umur 7 Hari

No.	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Variasi 5% (1)	150 x 300	17662,5	12	340	19,25
2	Beton Variasi 5% (2)	150 x 300	17662,5	12,5	360	20,38
3	Beton Variasi 5% (3)	150 x 300	17662,5	12,4	350	19,82
4	Beton Variasi 5% (4)	150 x 300	17662,5	12,5	360	20,38
5	Beton Variasi 5% (5)	150 x 300	17662,5	12,2	390	22,08
<b>Rata-rata</b>						<b>20,38</b>

Berdasarkan data pada tabel 2, hasil pengujian kuat tekan beton subtitusi pet 5% pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 20,80 MPa. Nilai tersebut masuk terhadap kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sehingga membuktikan bahwa beton normal mampu mencapai target mutu rencana kuat tekan.

Tabel 3. Hasil Uji Tekan Beton 10% Pada Umur 7 Hari

No	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Variasi 10% (1)	150 x 300	17662,5	12	360	20,38
2	Beton Variasi 10% (2)	150 x 300	17662,5	12,2	350	19,82
3	Beton Variasi 10% (3)	150 x 300	17662,5	12	320	18,12
4	Beton Variasi 10% (4)	150 x 300	17662,5	12	320	18,12
5	Beton Variasi 10% (5)	150 x 300	17662,5	12,2	360	20,38
<b>Rata-rata</b>						<b>19,36</b>

Berdasarkan data pada tabel 3, Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan PET 10% pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 19,36 MPa. Nilai tersebut belum mencapai target kuat tekan rencana sebesar 20 Mpa.

Tabel 4. Hasil Uji Tekan Beton 15% Pada Umur 7 Hari

No.	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Variasi 15% (1)	150 x 300	17662,5	11,9	250	14,15
2	Beton Variasi 15% (2)	150 x 300	17662,5	11,8	270	15,29
3	Beton Variasi 15% (3)	150 x 300	17662,5	12	260	14,72
4	Beton Variasi 15% (4)	150 x 300	17662,5	12	260	14,72
5	Beton Variasi 15% (5)	150 x 300	17662,5	12	270	15,29
<b>Rata-rata</b>						<b>14,83</b>

Berdasarkan data pada tabel 4, hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan PET 15% pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 14,83 MPa. Nilai tersebut berada di bawah target kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sehingga beton dengan variasi ini tidak memenuhi standar mutu yang direncanakan.

Tabel 5. Hasil Uji Tekan Beton 10% Pada Umur 7 Hari

No.	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Variasi 20% (1)	150 x 300	17662,5	11,8	230	13,02
2	Beton Variasi 20% (2)	150 x 300	17662,5	11,7	220	12,46
3	Beton Variasi 20% (3)	150 x 300	17662,5	11,9	240	13,59
4	Beton Variasi 20% (4)	150 x 300	17662,5	11,6	220	12,46
5	Beton Variasi 20% (5)	150 x 300	17662,5	11,5	265	15,00
<b>Rata-rata</b>						<b>13,31</b>

Berdasarkan data pada tabel 5, hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan PET 20% pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 13,31 MPa. Nilai tersebut jauh di bawah target kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sehingga beton dengan variasi ini tidak memenuhi standar mutu rencana.

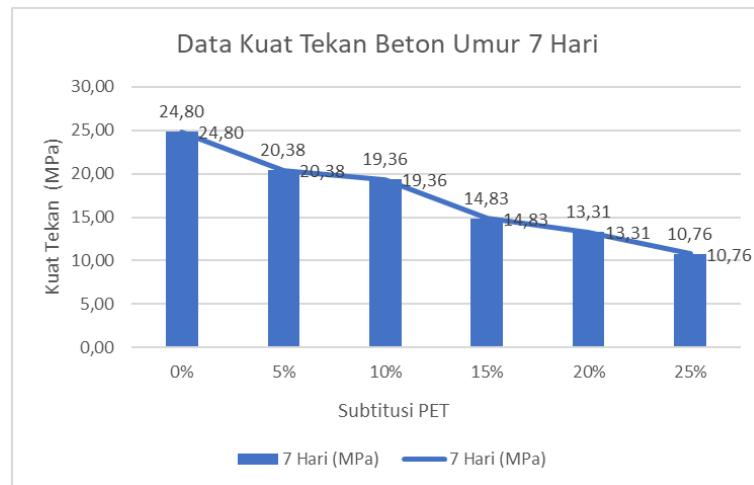
Tabel 6. Hasil Uji Tekan Beton 15% Pada Umur 7 Hari

No.	Nama Benda Uji Silinder (15 x 30cm)	Diameter silinder (mm)	Luas Penampang	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Kuat Tekan MPa (N/mm <sup>2</sup> )
1	Beton Variasi 25% (1)	150 x 300	17662,5	11,5	200	11,32
2	Beton Variasi 25% (2)	150 x 300	17662,5	11,5	200	11,32
3	Beton Variasi 25% (3)	150 x 300	17662,5	11,4	190	10,76
4	Beton Variasi 25% (4)	150 x 300	17662,5	11,3	170	9,62
5	Beton Variasi 25% (5)	150 x 300	17662,5	11,5	190	10,76
<b>Rata-rata</b>						<b>10,76</b>

Berdasarkan data pada tabel 6, hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan PET 25% pada umur 7 hari menunjukkan nilai sebesar 10,76 MPa. Nilai tersebut berada jauh di bawah target kuat tekan rencana sebesar 20 MPa sehingga beton dengan variasi ini tidak memenuhi persyaratan mutu rencana.

### 3.2. Presentase Penurunan Beton Subtitusi PET Terhadap Beton Normal

Berikut grafik hasil pengujian kuat tekan beton 7 hari :



Gambar 2. Grafik Penurunan Kuat Tekan Beton PET terhadap Beton Normal

Berdasarkan grafik pada gambar 2, terlihat adanya penurunan kuat tekan beton seiring meningkatnya persentase PET yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Rinciannya sebagai berikut:

Tabel 7. Data Penurunan Kuat Tekan Beton PET terhadap Beton Normal

Variasi PET	7 Hari (MPa)	Penurunan dari Normal
5%	20,38	17,8%
10%	19,36	21,9%
15%	14,83	40,2%
20%	13,31	46,3%
25%	10,76	56,6%

Berdasarkan data pada tabel 7, hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, penambahan PET menunjukkan tren penurunan kinerja dibandingkan beton normal. Pada variasi 5% diperoleh kuat tekan sebesar 20,38 MPa dengan penurunan 17,8%. Variasi 10% menghasilkan kuat tekan 19,36 MPa dengan penurunan 21,9%. Penambahan 15% memberikan kuat tekan 14,83 MPa dengan penurunan 40,2%. Variasi 20% menghasilkan kuat tekan 13,31 MPa dengan penurunan 46,3%. Sedangkan pada variasi 25%, kuat tekan turun signifikan menjadi 10,76 MPa dengan penurunan 56,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase PET yang ditambahkan, semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 7 hari.

Penurunan kuat tekan beton akibat substitusi agregat kasar dengan PET pada penelitian ini menunjukkan pola yang konsisten dengan teori material komposit beton berbasis agregat ringan non-mineral. Beton normal memperoleh kuat tekan tertinggi karena agregat kasar alami memiliki kekakuan, kekuatan tekan, serta tekstur permukaan yang mampu membentuk ikatan mekanis yang baik dengan pasta semen. Sebaliknya, PET memiliki sifat termoplastik dengan modulus elastisitas yang jauh lebih rendah dibandingkan batu pecah, sehingga berperan sebagai titik lemah (weak inclusion) dalam matriks beton.

Selain faktor kekakuan material, bentuk dan tekstur permukaan agregat PET hasil peleburan juga berpengaruh besar. Permukaan PET cenderung lebih halus dan kurang berpori dibanding agregat alami, sehingga zona transisi antarmuka (Interfacial Transition Zone/ITZ) antara pasta semen dan PET menjadi lebih lemah. ITZ yang lemah ini mempercepat terjadinya mikroretak ketika beton menerima beban tekan, sehingga kapasitas menahan tegangan menjadi lebih rendah.

Dari sisi berat jenis, PET memiliki densitas lebih kecil dibanding agregat batuan, yang menyebabkan beton menjadi lebih ringan. Walaupun hal ini berpotensi menguntungkan untuk beton ringan non-struktural, penurunan berat jenis juga berkorelasi dengan penurunan kapasitas menahan beban tekan. Dengan meningkatnya persentase PET, proporsi material dengan kekakuan rendah dalam beton semakin dominan, sehingga deformasi internal meningkat sebelum beban maksimum tercapai.

Hasil pada variasi 5% menunjukkan kuat tekan masih mendekati beton normal. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kadar rendah, PET belum membentuk jalur kegagalan dominan dalam struktur internal beton. Namun mulai pada 10% ke atas, penurunan menjadi lebih signifikan, menunjukkan bahwa distribusi PET mulai mempengaruhi kontinuitas rangka agregat kasar alami (aggregate interlock). Ketika agregat alami tidak lagi membentuk kerangka utama, kemampuan beton menahan beban menurun drastis.

Fenomena ini juga berkaitan dengan mekanisme retak. Pada beton normal, retak berkembang melalui pasta semen dan sebagian melalui agregat. Pada beton dengan PET, retak cenderung mengitari partikel PET karena perbedaan kekakuan yang tinggi antara pasta semen dan plastik, menyebabkan konsentrasi tegangan lokal. Hal ini mempercepat propagasi retak dan menurunkan beban maksimum yang mampu ditahan.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, tren penurunan kuat tekan akibat penambahan PET juga dilaporkan oleh berbagai studi yang menyebutkan bahwa plastik sebagai agregat umumnya menurunkan kekuatan tekan namun meningkatkan duktilitas dan kapasitas deformasi. Dengan demikian, material ini lebih sesuai untuk aplikasi non-struktural seperti panel ringan, elemen arsitektural, atau beton isolasi.

Dari sudut pandang keberlanjutan, penggunaan PET tetap memiliki nilai penting karena mampu mengurangi volume limbah plastik dan eksplorasi agregat alam. Oleh karena itu, kompromi antara kinerja mekanik dan

manfaat lingkungan perlu dipertimbangkan. Batas 5% dapat dipandang sebagai kadar optimum pada penelitian ini untuk menjaga keseimbangan antara performa dan aspek keberlanjutan.

Selain itu, perlu dicatat bahwa pengujian dilakukan pada umur 7 hari, sehingga kekuatan yang diperoleh belum merepresentasikan kekuatan jangka panjang beton. Beton dengan PET berpotensi mengalami perkembangan kuat tekan yang berbeda dibanding beton normal karena interaksi pasta semen dengan material plastik bersifat non-reaktif. Oleh karena itu, evaluasi pada umur 28 hari sangat penting untuk mendapatkan gambaran kinerja akhir beton.

Faktor lain yang dapat memengaruhi hasil adalah bentuk butiran PET hasil peleburan yang belum tentu seragam, serta kemungkinan terperangkapnya udara saat pencampuran akibat sifat hidrofobik plastik. Hal ini dapat meningkatkan porositas beton dan turut menurunkan kuat tekan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa substitusi agregat kasar dengan limbah plastik PET menyebabkan penurunan kuat tekan beton pada umur 7 hari seiring meningkatnya persentase PET. Penurunan ini dipengaruhi oleh sifat fisik PET yang lebih ringan, modulus elastisitas rendah, serta daya ikat yang kurang baik dengan pasta semen dibanding agregat alami. Beton normal memberikan kuat tekan tertinggi, sedangkan variasi PET 25% menunjukkan penurunan terbesar hingga lebih dari 50% terhadap beton normal. Substitusi PET sebesar 5–10% masih mampu menghasilkan kuat tekan mendekati atau sedikit di atas kuat tekan rencana 20 MPa, sehingga dapat dipertimbangkan untuk aplikasi beton non-struktural atau elemen dengan tuntutan beban rendah. Persentase di atas 10% tidak direkomendasikan untuk beton struktural karena penurunan kekuatan yang signifikan. Penelitian lanjutan disarankan mencakup pengujian umur 28 hari, durabilitas, serta optimasi bentuk dan tekstur permukaan PET guna meningkatkan kinerja ikatan dalam campuran beton.

#### Daftar Rujukan

- [1] Apriliya, R., Bahar, S. B., & Sayfullah, M. (2021). Pengaruh Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Bahan Tambah Botol Plastik Kemasan Air Mineral Jenis Polyethylene Terephthalate (PET). *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, 6(1), 23–29.
- [2] Baskara, J. S. D. (2022). Penggantian Parsial Semen Dari Ampas Kopi Dan Agregat Kasar Dari Limbah Plastik PET Pada Campuran Beton. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 5(2), 9–15.
- [3] Badan Standar Nasional. (2008). SNI 03-2834-2000 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.”. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- [4] Badan Standar Nasional. 2011. SNI-1974-2011 “Cara uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder”. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- [5] Hamid, R. M. D. D., Rahman, T., & Budiman, E. (2023). Penggunaan Sampah Plastik PET Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Palu Pada Beton. *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 7(1), 63–71.
- [6] Hanafie, I. M., & others. (2023). *Struktur Beton 1*. PT. Nas Media Indonesia.
- [7] Kamaliah, K., & Handayani, N. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate) Pada Pembuatan Beton Mutu Rendah Di Kota Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 5(1), 1–7.
- [8] Renaldi, R., Jasman, J., & Adnan, A. (2024). Pemanfaatan Limbah Serat Plastik PET Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang Dan Teknik Sipil*.
- [9] Sulianti, I., Amiruddin, Shaputra, R., & Daryoko. (2018). Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Forum Mekanika*, 7(1), 35–42.