

## Kuat Tekan Beton Menggunakan Sampah Plastik sebagai Pengganti Agregat Kasar

*Compressive Strength of Concrete Using Plastic Waste as A Coarse Aggregate Substitute*

**Rezki Damayanti A\* , Sudirman, Michail Amin**

E-mail: rezkidmayntiachmad54@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma

Diterima: 2 Februari 2024 / Disetujui: 30 April 2024

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sampah plastik sebagai pengganti agregat kasar pada kuat tekan beton yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan sampah plastik berjenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* yang dapat ditemukan pada botol air minuman. Metode penelitian yang digunakan kuantitatif eksperimental, pembuatan sampel beton dan pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Andi Djemma. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan dari beton berbahan plastik sebesar 9,57 MPa, nilai ini mengalami penurunan sebesar 53,81% dari kuat tekan beton berbahan agregat alami sebesar 20,72 MPa. Berat isi beton berbahan plastik yang diperoleh sebesar 1645 kg/m<sup>3</sup>, nilai ini dapat dikategorikan kedalam beton ringan. Beton berbahan plastik ini dapat digunakan untuk elemen struktur ringan dan elemen nonstruktural pada bangunan. Beton ini tidak disarankan untuk penggunaan struktur-struktur utama karena kuat tekannya belum terpenuhi yakni sebesar 17 MPa.

**Kata Kunci:** Beton, Plastik, Kuat Tekan

### ABSTRACT

*This research aims to determine the effect of plastic waste as a substitute for coarse aggregate on the compressive strength of the concrete produced. This research uses polyethylene terephthalate (PET) plastic waste which can be found in water bottles. The research method used was quantitative experimental, making concrete samples and testing compressive strength carried out at the Structure and Materials Laboratory of Andi Djemma University. The results of this research show that the compressive strength produced from concrete made from plastic is 9.57 MPa, this value has decreased by 53.81% from the compressive strength of concrete made from natural aggregate of 20.72 MPa. The density of plastic concrete obtained was 1645 kg/m<sup>3</sup>, this value can be categorized as lightweight concrete. This plastic-based concrete can be used for light structural elements and non-structural elements in buildings. This concrete is not recommended for use in main structures because its compressive strength has not been met, namely 17 MPa.*

**Keywords:** Concrete, Plastic, Compressive Strength



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

### A. PENDAHULUAN

Sampah menjadi salah satu masalah yang paling besar yang terjadi diberbagai daerah baik di pedesaan maupun diperkotaan (Yunita *et al*, 2020). Sampah atau limbah plastik memiliki komposisi

diantaranya tidak dapat membusuk, sukar menyerap air, tidak dapat terurai secara alami, tidak mengalami karatan, dan kemudian menjadi masalah bagi lingkungan sekitar (Noviyanti *et al*, 2020; Azizah, 2023). Dengan munculnya

berbagai masalah lingkungan yang diakibatkan dari penggunaan plastik tersebut diperlukan adanya penanganan khusus. Pembuangan limbah plastik secara sembarangan dapat merusak ekosistem lingkungan hidup, faktor tersebut juga masih menjadi hal yang harus masyarakat Indonesia benahi. Dibutuhkan waktu yang sangat lama untuk sampah plastik benar-benar terurai oleh tanah (Marliani, 2015; Safriani *et al*, 2022).

Inovasi dalam penanganan sampah sebagai material beton sangat penting untuk mengurangi dampak negatif lingkungan yang disebabkan oleh industri konstruksi. Kebutuhan agregat kasar dalam campuran beton yaitu sebanyak 60-75% dari jumlah volume beton itu sendiri (Saifuddin *et al*, 2014). Dengan tingginya keperluan penggunaan agregat kasar tersebut dapat menyebabkan penambangan batuan secara terus menerus dan dapat menyebabkan ketersediaan sumber alam untuk pembeconan akan semakin berkurang.

Penggunaan limbah plastik sebagai campuran beton adalah bidang penelitian yang terus berkembang dan banyak proyek penelitian yang sedang dilakukan untuk memahami lebih baik potensi dan batasan penggunaannya. Penting untuk memastikan bahwa teknik ini digunakan

dengan bijak dan dengan mempertimbangkan semua faktor, termasuk sifat mekanis, keamanan lingkungan, dan kualitas akhir dari beton yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Lestariono dan Mahendya (2008) menggunakan limbah botol plastik berjenis PET yang telah dipotong dan kemudian membentuk cacahan sebagai campuran beton untuk meningkatkan kapasitas tarik belah dan geser pada beton. Penelitian yang dilakukan oleh Soebandono dkk menggunakan limbah plastik berjenis HDPE yang dicampurkan dengan agregat kasar alami pada variasi 0%, 10%, 15%, dan 20%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Indrawijaya yang menggunakan limbah plastik LDPE sebagai pengganti agregat untuk pembuatan paving blok beton yang dicampurkan dengan agregat kasar alami pada variasi 0%, 10%, 15%, 20% dan 50%.

Mengacu pada penelitian sebelumnya, penelitian ini mengkaji pembuatan beton menggunakan sampah plastik berjenis PET sebagai pengganti 100% dari jumlah agregat kasar yang diperlukan pada campuran beton normal.

Oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dari beton yang menggunakan

limbah plastik sebagai pengganti agregat kasar dari pembuatan beton serta perbandingan kuat tekan pada beton yang berbahan agregat kasar plastik dengan beton berbahan agregat kasar batu alami.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen laboratorium. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan studi literatur dan pengujian di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen tipe Portland, agregat halus berasal dari pasir Sungai Malili, agregat kasar yang berasal dari batu Sungai mallaulu-malili, serta air bersih. Dan bahan agregat buatan berupa plastik berjenis PET. Adapun agregat buatan limbah plastik dibuat dengan beberapa tahapan. Pertama limbah plastik dikumpulkan dari berbagai sumber. Kemudian mencuci dan membersihkan limbah plastik dari kotoran yang menempel. Limbah plastik selanjutnya dicacah menjadi potongan-potongan kecil sekitar 0.5 cm – 2 cm. Hasil potongan-

potongan limbah plastik tersebut kemudian dipanaskan diatas api hingga meleleh. Selanjutnya menuang lelehan tersebut kedalam wadah berupa talam tunggu beberapa saat hingga dingin dan mengeras. Setelah dingin dan mengeras selanjutnya lakukan pemecahan hingga membentuk seperti agregat kasar dengan ukuran seperti batu pecah yakni 0.5 cm – 2 cm. Agregat yang telah di pecahan-pecahan tersebut itulah yang disebut agregat buatan dari limbah plastik.

Material campuran beton tersebut sebelum digunakan, dilakukan terlebih dahulu pengujian untuk karakteristik material agregat halus dan kasar serta agregat plastik buatan berdasarkan standar SNI. Hal ini penting dilakukan karena jika material tersebut tidak memenuhi syarat maka material tersebut tidak dapat digunakan sebagai campuran pembuatan beton. Adapun hasil pengujian karakteristik untuk material agregat halus alami, agregat kasar alami serta agregat plastik buatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus, Kasar Alami dan Agregat Plastik Buatan

No	Pemeriksaan Karakteristik	Agregat Halus	Agregat Kasar	Plastik
1	Analisa Saringan	2,36%	6,60%	6,30%
2	Berat Jenis	2,584	2,693	
3	Penyerapan	1,22%	0,40%	
4	Berat Volume			
	Lepas	1,395	1,625	0,768
	Padat	1,646	1,762	0,809
5	Kadar Air	0,81%	2,88%	

No	Pemeriksaan Karakteristik	Agregat Halus	Agregat Kasar	Plastik
6	Kadar Lumpur	2,13%	0,40%	
7	Keausan		17,40%	35,40%

Sumber: Analisis Data, 2024.

Pada tahapan rencana Mix Design dan pembuatan beton dilakukan perencanaan campuran dengan kuat tekan rencana  $f_c' = 20,3$  MPa. Rencana mix design menggunakan standar perencanaan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Kemudian

besar nilai masing-masing bahan adalah faktor air semen 0,5, berat jenis beton basah  $2438 \text{ Kg/m}^3$ , kadar agregat gabungan  $1883 \text{ Kg/m}^3$ , pasir 29,83%, agregat kasar alami 70,17%, air 185 liter, kadar semen  $370 \text{ Kg/m}^3$ , dan kadar air bebas  $185 \text{ Kg/m}^3$

Tabel 2. Rencana Pembuatan Campuran Beton

Bahan	Semen	Pasir	Kerikil	Air
Proporsi Camp. Beton ( $\text{kg/m}^3$ )	370	561.77	1321.2	185
Proporsi Camp. Beton SSD ( $\text{kg/m}^3$ )	370	557.25	1344.3	166.48
Perbandingan Berat	1.00	1.01	0.98	1.11
Berat Isi ( $\text{kg/m}^3$ )	1.09	1.4	1.6	1
Proporsi Camp. SSD	339.4	401.3	825.8	185
Slump (cm)		10±2		

Sumber: Analisis Data 2024

Sehingga proporsi campuran dalam (kg) untuk 5 sampel menggunakan cetakan silinder 15 cm x 30 cm.

Tabel 3. Rencana Mix Design untuk 5 Sampel

Material	Berat
Air	4,589 Kg
Semen	10,200 kg
Pasir	15,362 kg
Kerikil	37,058 kg

Sumber : Analisis Data 2024

Proporsi campuran beton normal ini juga akan digunakan untuk pembuatan beton berbahan plastik sebagai pengganti agregat kasar.

Pada pembuatan benda uji beton campuran agregat kasar alami, semua bahan yang telah dipersiapkan dimasukkan dalam talam pencampuran, pertama-tama

dimasukkan kerikil dan pasir. Kemudian semen dimasukkan. Setelah ketiga bahan dimasukkan dan tercampur rata, selanjutnya dimasukkan air bersih secara bertahap sedikit demi sedikit dengan terus diaduk hingga semua bahan tercampur dengan rata. Semua bahan yang dimasukkan sesuai jumlah dari hasil perhitungan mix design. Sampel beton ini digunakan sebagai standar perbandingan.

Tahapan untuk campuran benda uji beton campuran agregat kasar buatan (plastik) ini hampir sama dengan pembuatan benda uji beton normal, namun jumlah agregat kasar alami diganti 100% menjadi agregat kasar buatan dari plastik

yang sebelumnya telah dibuat. Setelah campuran teraduk rata, kemudian dimasukkan kedalam cetakan silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Pada proses pembuatan benda uji baik beton normal dan beton berbahan plastik, sebelum dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk memperoleh nilai slump. Nilai slump yang direncanakan berkisar antara 8 cm – 12 cm. Adapun hasil nilai slump yang didapatkan pada saat pengujian terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Slump

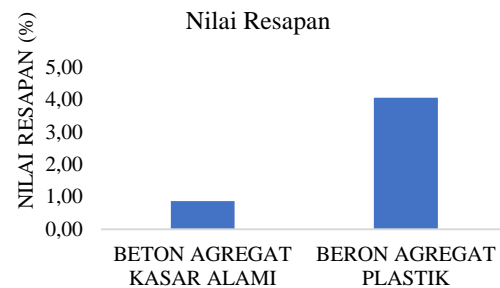
Pengecoran	Titik	
	I	II
1. Campuran Agregat Kasar Alami	7	16
2. Campuran Agregat Kasar Plastik	4	13

Sumber: Analisis Data, 2024.

Hasil pemeriksaan slump test diperoleh nilai slump untuk beton normal yaitu 11,5 cm dan untuk beton berbahan plastik diperoleh nilai slumpnya sebesar 8,5 cm. Hasil slump pada beton segar kedua campuran tersebut memenuhi syarat perencanaan slump beton yaitu 8-12 cm.

Kemudian benda uji yang telah dikeluarkan dari cetakan kemudian dilakukan perawatan dengan cara perendaman didalam bak perendam selama 28 hari. Perendam ini berfungsi untuk menjaga kelembaban permukaan beton sehingga proses hidrasi semen berlangsung dengan baik dan proses

pengerasan terjadi dengan sempurna. Kelembaban beton harus terjaga agar air didalam beton segar tidak keluar.



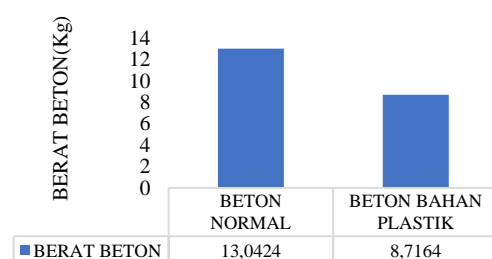
Sumber: Analisis Data, 2024

Gambar 1. Batang Perbandingan Nilai Resapan Beton Agregat Kasar Alami dan Beton Agregat Kasar Plastik

Pada Gambar 1, terlihat bahwa rata-rata persentase resapan yang dimiliki beton normal hanya sebesar 0.87%, sedangkan rata-rata persentase nilai resapan yang dimiliki beton berbahan plastik disajikan dalam gambar 3 yaitu sebesar 4.06%. Ini menunjukkan bahwa nilai resapan yang dimiliki oleh beton berbahan plastik lebih besar daripada beton normal.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Berat Beton

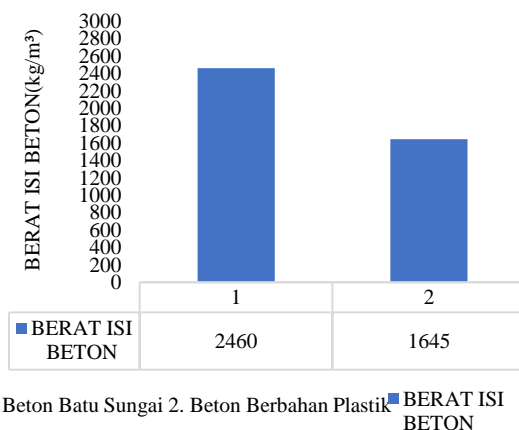


Sumber: Analisis Data, 2024

Gambar 2. Batang Perbandingan Rata-rata Berat Beton Normal dan Beton Berbahan Plastik

Berdasarkan diagram batang diatas menunjukkan perbedaan berat beton yang dihasilkan dari dua campuran yang berbeda tersebut. Dimana, beton normal yang menggunakan agregat alam memiliki rata-rata berat beton sebesar 13.0424 kg. Nilai ini memiliki perbedaan yang cukup jauh dari berat beton yang menggunakan plastik sebagai pengganti agregat kasar yaitu hanya sebesar 8.7164 kg. Berat beton yang berbeda ini dikarenakan karakteristik yang dimiliki plastik bersifat ringan dibandingkan dengan agregat kasar berupa batu Sungai.

## 2. Berat Isi Beton



Sumber: Analisis Data, 2024.

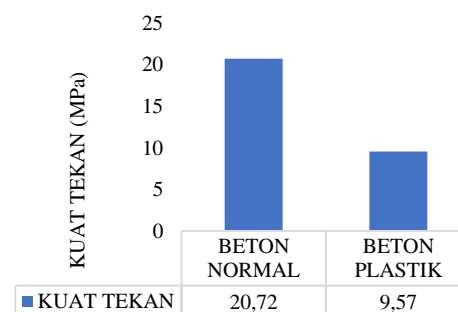
Gambar 3. Diagram Batang Berat Isi Beton Normal dan Beton berbahan Plastik

Pada Gambar 3. diatas terlihat bahwa berat jenis beton berbahan plastik mengalami penurunan sebesar 33,15% dari berat jenis beton normal. Rata-rata berat jenis beton normal sebesar 2460,151 kg/m<sup>3</sup>, nilai ini memenuhi spesifikasi

untuk berat jenis beton yaitu (2200 kg/m<sup>3</sup> – 2500 kg/m<sup>3</sup>), sedangkan untuk beton berbahan plastik memiliki berat jenis sebesar 1644,604 kg/m<sup>3</sup>. Beton berbahan plastik ini dapat dikategorikan sebagai beton ringan karena memiliki berat isi berada diantar (1400 kg/m<sup>3</sup> – 1800 kg/m<sup>3</sup>).

## 3. Kuat Tekan Beton

Salah satu sifat mekanik yang perlu diketahui yang dimiliki oleh beton yaitu kuat tekan. Kuat tekan beton adalah besarnya beban yang harus ditanggung oleh sebuah beton persatuan luas penampang yang mengakibatkan benda uji beton mengalami kehancuran jika dibebani oleh sebuah gaya tertentu yang dihasilkan dari mesin tekan.



Sumber: Analisis Data, 2024.

Gambar 4. Perbandingan Rata-Rata Pada Kuat Tekan Beton Normal dan Bahan Plastik

Hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan, didapat kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 28 hari yaitu sebesar 20,72 Mpa, ini berarti campuran yang digunakan berupa agregat kasar yang berasal dari batu Sungai Mallaulu dan Pasir alami Sungai Malili memiliki kualitas

yang baik digunakan sebagai campuran adukan beton normal. Sedangkan untuk kuat tekan rata-rata dari beton yang berbahan plastik sebagai pengganti agregat kasar menghasilkan kuat tekan yaitu sebesar 9,57 Mpa. Hal ini menunjukkan penurunan kuat tekannya sebesar 53,81% dari beton normal sebagai acuan pembanding. Penurunan ini disebabkan karena permukaan limbah plastik cor secara umum lebih licin dibandingkan agregat kasar normal, sehingga ikatan ke pasta semen jadi lebih lemah. Selain itu juga, cor plastik juga lebih rapuh dibandingkan agregat kasar alami.

#### 4. Pola Keruntuhan Beton



Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2024.

Gambar 5. Pola Keruntuhan Beton Berbahan Plastik

Beton mempunyai pola retak dan keruntuhan yang dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang diperoleh. Pola keruntuhan dan pola keretakan yang dihasilkan oleh beton berbahan agregat plastik ini dapat dilihat pada gambar 5. Beton agregat kasar plastik buatan ini mempunyai pola keruntuhan diantara sambungan antar agregat plastik pada pasta semen. Sedangkan untuk agregat plastik itu sendiri tidak mengalami keruntuhan. Ini disebabkan karena daya ikat antar agregat plastik dengan pasta semen kurang baik akibat dari permukaan agregat plastik ini yang licin mengakibatkan kurang memiliki kemampuan melekat yang baik.

Pemanfaatan sampah plastik sebagai pengganti agregat kasar dalam produksi beton adalah topik penelitian yang menarik dan relevan, terutama dalam upaya mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik dan industri konstruksi. Proyek ini bisa memberikan dua manfaat utama: pengurangan sampah plastik yang berakhir di TPA atau lingkungan, serta potensi pengurangan penggunaan sumber daya alam seperti kerikil yang biasanya digunakan sebagai agregat kasar dalam beton. Namun, Penggunaan sampah plastik sebagai pengganti agregat kasar

dalam beton menawarkan potensi yang besar untuk inovasi dalam bahan bangunan yang lebih berkelanjutan. Namun, tantangan teknis dan regulasi perlu diatasi untuk memastikan bahwa penerapan teknologi ini aman, efektif, dan dapat diterima oleh industri serta masyarakat luas.

#### D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa

1. Penggantian limbah plastik sebagai agregat kasar untuk campuran beton menurunkan workability adukan beton. Dari hasil pengujian kuat tekan oleh mesin *Compression Testing Machine* yang dilakukan dapat ditemukan pola keruntuhan dan keretakan yang dimiliki beton berbahan plastik tersebut. Beton agregat kasar plastik buatan ini mempunyai pola keruntuhan yang disebabkan oleh daya ikat antar agregat plastik dengan pasta semen yang kurang baik akibat dari permukaan agregat plastik yang licin sehingga kurang memiliki kemampuan lekatan yang baik. Ini sangat berpengaruh pada nilai rata-rata kuat tekan beton berbahan plastik yang dihasilkan.

2. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa kuat tekan beton berbahan plastik ini tidak memenuhi standar kuat tekan beton yang direncanakan. Pengaruh limbah plastik sebagai pengganti 100% agregat kasar alami menurunkan kuat tekan yang dihasilkan. Kuat tekan beton berbahan plastik mengalami penurunan dari kuat tekan beton normal yang dijadikan sebagai acuan perbandingan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C128- Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate SNI 03-1970-1990- Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus
- ASTM C136- Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates SNI 03-1968-1990- Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar
- ASTM C29- Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate SNI 03-4804-1998 – Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat
- Azizah, N. (2023). Analisis Dampak Keberadaan Pabrik Pengolahan Limbah Plastik Cv Gumilang Plastik Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Desa Utama. *Jurnal Media Teknologi*, 9(2), 195-205.
- Lestario & Bambang Mahendya, (2008). Penggunaan Limbah Botol Plastik (PET) sebagai Campuran Beton untuk Meningkatkan Kapasitas tarik belah dan geser, *Skripsi, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia*.
- Marliani, N. (2015). Pemanfaatan limbah rumah tangga (sampah anorganik) sebagai bentuk implementasi dari pendidikan lingkungan hidup. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(2).



- Nofiyanti, E., Salman, N., Nurjanah, N., & Mellyanawaty, M. (2020). Pelatihan Daur Ulang Sampah Plastik Menjadi Souvenir Ramah Lingkungan Di Kabupaten Tasikmalaya. *Jamaika: Jurnal Abdi Masyarakat*, 1(2), 105-116.
- Safriani, M., Febrianti, D., Farizal, T., Rafshanjani, M. A., Salena, I. Y., Yusra, A., & Zakia, Z. (2022). Sosialisasi Pengurangan Sampah Plastik dan Dampak Sampah Plastik Pada Siswa SMA 2 Darul Makmur Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*, 6(2), 449-454.
- Saifuddin, M. I., Edison, B., & Fahmi, K. (2014). Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 1(1).
- Soebandono, B., & As'at Pujiyanto, D. K. (2013). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. *Semesta Teknika*, 16(1).
- Yunita, L., Simorangkir, W., & Saputra, S. (2020). Penguatan Ekonomi Keluarga Berbasis Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dengan Metode Keranjang Takakura Pada Ibu Rumah Tangga Kelurahan Glugur Darat I Kota Medan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 1(1), 32-39.