

# Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kaca sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus pada Campuran Beton

Muhamad Rizal Alamsyah<sup>a,1,\*</sup>, Lioba Evita Anikusuma<sup>b,2</sup>

<sup>a</sup> a Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibatu Cisaat No.21, Sukabumi dan 43152

<sup>1</sup> [mrizal.alamsyah\\_ts2@nusaputra.ac.id](mailto:mrizal.alamsyah_ts2@nusaputra.ac.id); <sup>\*</sup> [lioba.evita@nusaputra.ac.id](mailto:lioba.evita@nusaputra.ac.id)

\* Muhamad Rizal Alamsyah

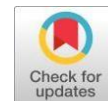
Diterima .....; diperbaiki .....; disetujui .....

## ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan tambahan agregat halus pada campuran beton guna mendukung konstruksi berkelanjutan. Beton terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air, di mana pasir sebagai agregat halus berperan penting terhadap kuat tekan. Eksploitasi pasir alam yang berlebihan menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga diperlukan alternatif ramah lingkungan. Limbah kaca yang melimpah dan belum dimanfaatkan optimal berpotensi menjadi pengganti sebagian pasir. Metode penelitian ini bersifat eksperimental dengan variasi limbah kaca 0%, 10%, dan 20% dari berat agregat halus. Limbah kaca dihancurkan hingga berukuran halus dan dicampurkan ke dalam beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari untuk menilai pengaruh limbah kaca terhadap sifat mekanisnya. Hasil penelitian diharapkan menunjukkan komposisi optimal yang memenuhi standar kekuatan beton serta memberikan solusi pengelolaan limbah dan pengurangan ketergantungan terhadap pasir alam.

## ABSTRACT

This study aims to examine the use of glass waste as a fine aggregate additive in concrete mixtures to support sustainable construction. Concrete consists of cement, coarse aggregate, fine aggregate, and water, where sand as the fine aggregate plays a significant role in compressive strength. Excessive exploitation of natural sand causes environmental damage, so that environmentally friendly alternatives are needed. Abundant glass waste that has not been optimally utilized has the potential to be a partial substitute for sand. This research method is experimental with variations in glass waste of 0%, 10%, and 20% of the fine aggregate weight. Glass waste is crushed to a fine size and mixed into the concrete. Compressive strength testing is carried out at the age of 7, 14, and 28 days of concrete to assess the effect of glass waste on its mechanical properties. The results of the study are expected to indicate the optimal composition that meets concrete strength standards and provides solutions for waste management and reduces dependence on natural sand.



## KATA KUNCI

Limbah Kaca  
Agregat halus  
Beton

## KEYWORDS

Glass Waste  
Fine Aggregate  
Concrete



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



[sentil@nusaputra.ac.id](mailto:sentil@nusaputra.ac.id)

## 1. Pendahuluan

Beton adalah material konstruksi utama yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Agregat halus, seperti pasir, berperan penting dalam menentukan kualitas dan kekuatan beton[1][2]. Namun, eksploitasi pasir secara berlebihan dapat menyebabkan degradasi lingkungan dan menipisnya sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan aditif atau bahan tambahan pengganti agregat halus yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan[3]. Sebagai salah satu alternatif yang potensial dalam pemanfaatan limbah sebagai bahan tambahan aditif untuk mengurangi penggunaan agregat halus dalam campuran beton[4][5]. Limbah kaca, yang sering kali tidak terkelola dengan baik, dapat diolah menjadi serbuk kaca dan digunakan dalam campuran beton. Penggunaan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus dapat menghasilkan beton ramah lingkungan dengan karakteristik mekanis yang menjanjikan[6][7].

Selain itu, perlu diperhatikan bahwa proporsi penggantian yang terlalu tinggi dapat menurunkan performa beton. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan proporsi optimal penggunaan limbah kaca sebagai bahan tambahan aditif untuk mengurangi penggunaan agregat halus dalam beton, sehingga dapat menghasilkan material konstruksi yang kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan[8][9]. Penelitian lebih lanjut mendukung potensi pemanfaatan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus dalam beton. Penggantian 5 sampai 10% pada agregat halus dengan kaca hancur meningkatkan kekuatan, sifat ringan, kemampuan kerja, dan daya tahan beton. Namun, penggantian sebesar 15% pada agregat halus sedikit mengurangi kekuatan dan daya tahan[10].

Selain itu, penggunaan serbuk kaca limbah sebagai pengganti sebagian semen dapat menghasilkan beton berkelanjutan dengan karakteristik mekanis yang menjanjikan. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah kaca tidak hanya dapat menggantikan agregat halus, tetapi juga berfungsi sebagai pengganti sebagian semen, memberikan fleksibilitas dalam desain campuran beton yang ramah lingkungan[11]. Temuan-temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan tambahan agregat halus dalam campuran beton dapat meningkatkan performa mekanis dan durabilitas beton, sekaligus berkontribusi pada pengurangan limbah dan konservasi sumber daya alam. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan proporsi optimal dan memahami sepenuhnya implikasi jangka panjang dari penggunaannya dalam berbagai kondisi lingkungan.

## 2. Metode Penelitian

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan tambahan agregat halus dalam campuran beton. Limbah kaca, yang umumnya berasal dari botol bekas, jendela, dan produk kaca lainnya, merupakan salah satu jenis limbah anorganik yang sulit terurai secara alami. Oleh karena itu, pengolahannya menjadi material konstruksi yang berguna dapat menjadi solusi alternatif yang ramah lingkungan. Dalam riset ini, limbah kaca akan dihancurkan hingga berukuran menyerupai agregat halus (*pasir*) dan dicampurkan ke dalam campuran beton dengan variasi persentase 10%, dan 20%, dari berat total agregat halus [12]. Beton yang dihasilkan kemudian akan diuji untuk mengetahui sifat-sifat mekanisnya, seperti kuat tekan, kuat lentur, dan daya serap air, serta karakteristik fisik dan kimianya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai batas optimal pemakaian limbah kaca sebagai substitusi parsial agregat halus dalam beton tanpa mengurangi kualitas dan daya tahan beton itu sendiri.

### 2. Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian ini didapatkan hasil dari data bahwa Penambahan serbuk kaca dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca 15% dan 30% mengalami peningkatan sebesar 27 Mpa, (19,8%) dan 24,99 MPa (10,9%) dari kuat tekan beton normal sebesar 22,54 MPa. dengan bahan tambah serbuk kaca 20% dan 25% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 22 MPa (2,4%) dan 17,93 MPa (20,4%) dari kuat tekan beton normal sebesar 22,54 MPa[13].

### 3. Landasan Teori

Beton adalah material komposit yang terbuat dari campuran semen, air, agregat kasar (*seperti kerikil atau batu pecah*), agregat halus (*seperti pasir*), dan bahan tambahan lainnya[14]. Kekuatan awal

<sup>1</sup>Muhamad Rizal Alamsyah, <sup>2</sup> Lioba Evita Anikusuma (Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton)

beton merujuk pada kemampuan beton untuk mencapai kekuatan yang signifikan dalam waktu singkat setelah pengecoran, biasanya dalam 7 hari pertama. Kekuatan awal yang tinggi penting untuk proyek-proyek yang memerlukan kecepatan dalam pembangunan dan pembongkaran bekisting lebih awal. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan awal beton termasuk jenis dan proporsi semen, rasio air-semen, dan penggunaan bahan tambahan seperti superplasticizer atau akselerator[15].

Pemanfaatan limbah dalam industri konstruksi telah menjadi fokus penelitian untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan. Limbah kaca adalah limbah yang banyak dihasilkan dan sulit terurai di lingkungan[16]. Limbah kaca halus adalah pecahan kaca yang telah dihancurkan menjadi ukuran partikel yang sangat kecil. Dalam beton, limbah kaca halus dapat digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus atau sebagai bahan tambahan yang dapat meningkatkan sifat mekanis dan durabilitas beton[17].

#### 4. Metode Riset

Penelitian ini termasuk dalam kategori eksperimen laboratorium, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kaca sebagai bahan tambahan agregat halus terhadap kuat tekan beton. Penelitian dilakukan berdasarkan pedoman SNI 1974-2011 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal[18].

#### 5. Prosedur Penelitian

##### a. Persiapan Bahan

Limbah kaca dikumpulkan, dibersihkan dari kotoran, dikeringkan, dan dihancurkan hingga halus.

##### b. Rencana Campuran Beton (Mix Design)

Komposisi campuran beton dihitung berdasarkan SNI 2834-2019. Variasi penambahan limbah kaca dilakukan sebesar 0%, 10% dan 20% dari berat agregat halus.

##### c. Pembuatan Benda Uji

Semua bahan ditimbang sesuai komposisi. Proses pencampuran dilakukan dengan urutan: agregat halus, agregat kasar, semen, limbah kaca, lalu air secara bertahap. Campuran diaduk hingga homogen. Beton segar kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kubus  $15 \times 15 \times 15$  cm, dipadatkan secara bertahap, dan diratakan permukaannya.

##### d. Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilakukan sesuai SNI 1974:2011 dengan menggunakan mesin tekan. Nilai kuat tekan dihitung menggunakan rumus:

$$f'_c = P/A$$

Di mana:

$f'_c$  = Kuat tekan beton ( $\text{kg/cm}^2$ )

P = beban maksimum saat beton hancur (N)

A = luas permukaan kubus ( $\text{cm}^2$ )

#### 6. Analisis Data

##### a. Pengelohan Data

1. Ambil data hasil uji kuat tekan.

2. Analisis data menggunakan metode statistik untuk menentukan perbedaan signifikan antara variasi tambahan limbah kaca dan beton kontrol.

##### b. Interpretasi Hasil

1. Bandingkan hasil pengujian antara beton kontrol dan beton dengan tambahan limbah kaca.

2. Tentukan proporsi optimal yang memberikan kekuatan awal dan sifat mekanis terbaik.

## 7. Lokasi Penelitian

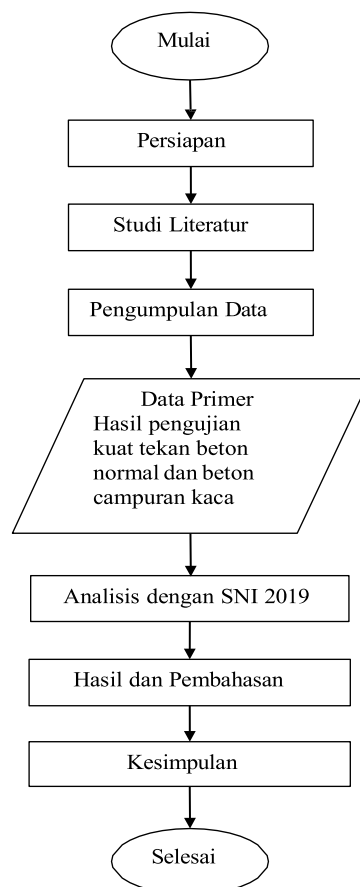
Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Nusa Putra yang beralamat di Jl. Raya Cibolang No. 21, Cisaat, Sukabumi, Jawa Barat.



**Gambar. 1** Lokasi Penelitian  
(Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025)

## 8. Diagram Alur Penelitian

Berikut adalah alur penelitian ataupun skema jalan penelitian, yang mana alur penelitian ini berfungsi mempermudah pembaca dalam memahami proses dari penelitian, Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir pada gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Alur Penelitian

<sup>1</sup>Muhamad Rizal Alamsyah, <sup>2</sup> Lioba Evita Anikusuma (Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Sukabumi. Seluruh proses pengujian dilaksanakan sesuai standar pengujian beton yang mengacu pada SNI 1974:2011 untuk pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji kubus berukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kaca sebagai bahan tambahan (substitusi sebagian agregat halus) terhadap kuat tekan beton. Variasi limbah kaca yang digunakan adalah 0%, 10%, dan 20% dari total berat pasir.

#### 2. Mix Design

Adapun mix design yang digunakan untuk pembuatan beton normal dan beton campuran kaca 10%, dan 20% seperti gambar di bawah ini :

| Serbuk Kaca Normal                       |            |          |            |                  |            | 0%  |
|------------------------------------------|------------|----------|------------|------------------|------------|-----|
| Keterangan                               | Semen (Kg) | Air (Kg) | Agregat    |                  |            |     |
|                                          |            |          | Halus (Kg) | Serbuk Kaca (Kg) | Kasar (Kg) |     |
| Setiap Campuran Uji/m3                   | 476,190    | 233 1/3  | 791,101    | 0,00             | 874,375    |     |
| Setiap Campuran Uji 1 Sample (Kubus) /kg | 1,607      | 0,788    | 2,670      | 0,00             | 2,951      |     |
| Proporsi Campuran Teoritis (Ratio)       | 1          | 0,490    | 1,661      | 0,00             | 1,836      |     |
| Serbuk Kaca 10%                          |            |          |            |                  |            | 10% |
| Keterangan                               | Semen (Kg) | Air (Kg) | Agregat    |                  |            |     |
|                                          |            |          | Halus (Kg) | Serbuk Kaca (Kg) | Kasar (Kg) |     |
| Setiap Campuran Uji/m3                   | 476,190    | 233,333  | 711,991    | 79,110           | 874,375    |     |
| Setiap Campuran Uji 1 Sample (Kubus) /kg | 1,607      | 0,788    | 2,403      | 0,2670           | 2,951      |     |
| Proporsi Campuran Teoritis (Ratio)       | 1          | 0,490    | 1,4952     | 0,1661           | 1,836      |     |
| Serbuk Kaca 20%                          |            |          |            |                  |            | 20% |
| Keterangan                               | Semen (Kg) | Air (Kg) | Agregat    |                  |            |     |
|                                          |            |          | Halus (Kg) | Serbuk Kaca (Kg) | Kasar (Kg) |     |
| Setiap Campuran Uji/m3                   | 476,190    | 233,333  | 632,881    | 158,220          | 874,375    |     |
| Setiap Campuran Uji 1 Sample (Kubus) /kg | 1,607      | 0,788    | 2,136      | 0,534            | 2,951      |     |
| Proporsi Campuran Teoritis (Ratio)       | 1          | 0,490    | 1,329      | 0,332            | 1,836      |     |

Gamabar 1. Perhitungan Mix Design

#### 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari, dan 14 hari untuk setiap variasi campuran. Data hasil pengujian disajikan dalam tabel berikut:

##### 1. Beton Normal 7 Hari

| NO BEND<br>UII     | TGL COR    | TGL UII    | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS (A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 29/06/2025 | 06/07/2025 | 10            | 7,58          | 7              | 15              | 15            | 225                            | 515           | 52514,55      | 233,398                        | 22,89                                 | 0,65                | 35,21                                 | 359,07                                |
| 2                  | 29/06/2025 | 06/07/2025 | 10            | 7,36          | 7              | 15              | 15            | 225                            | 510           | 52004,7       | 231,132                        | 22,67                                 | 0,65                | 34,87                                 | 355,59                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                                |               |               |                                |                                       |                     | 35,04                                 | 357,33                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton normal 7 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 22,89 Mpa dan 22,67 Mpa.

##### 2. Beton Normal 14 Hari

| NO BEND<br>UII     | TGL COR    | TGL UII    | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS (A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 29/06/2025 | 10/07/2025 | 10            | 7,5           | 14             | 15              | 15            | 225                            | 670           | 68319,9       | 303,644                        | 29,78                                 | 0,88                | 33,84                                 | 345,05                                |
| 2                  | 29/06/2025 | 10/07/2025 | 10            | 7,94          | 14             | 15              | 15            | 225                            | 705           | 71888,85      | 319,506                        | 31,33                                 | 0,88                | 35,61                                 | 363,08                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                                |               |               |                                |                                       |                     | 34,72                                 | 354,06                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton normal 14 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 29,78 Mpa dan 31,33 Mpa.

##### 3. Beton Campuran Kaca 10% 7 Hari

| NO BEND<br>UII     | TGL COR    | TGL UII    | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS (A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 09/07/2025 | 16/07/2025 | 10            | 7,9           | 7              | 15              | 15            | 225                            | 530           | 54044,1       | 240,196                        | 23,56                                 | 0,65                | 36,24                                 | 369,53                                |
| 2                  | 09/07/2025 | 16/07/2025 | 10            | 7,74          | 7              | 15              | 15            | 225                            | 520           | 53024,4       | 235,664                        | 23,11                                 | 0,65                | 35,56                                 | 362,56                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                                |               |               |                                |                                       |                     | 35,90                                 | 366,05                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton penambahan limbah kaca sebesar 10% 7 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 23,56 Mpa dan 23,11 Mpa.

#### 4. Beton Campuran Kaca 10% 14 Hari

| NO BEND<br>UI      | TGL COR    | TGL UI     | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS(A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>B uji) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>Mpa (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 06/07/2025 | 20/07/2025 | 10            | 7,74          | 14             | 15              | 15            | 225                           | 720           | 73418,4       | 326,304                        | 32,00                               | 0,88                | 36,36                               | 370,80                                |
| 2                  | 06/07/2025 | 20/07/2025 | 10            | 7,98          | 14             | 15              | 15            | 225                           | 710           | 72398,7       | 321,772                        | 31,56                               | 0,88                | 35,86                               | 365,65                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                               |               |               |                                |                                     |                     | 36,11                               | 368,23                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton penambahan limbah kaca sebesar 10% 14 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 32 Mpa dan 31,56 Mpa.

#### 5. Beton Campuran Limbah Kaca 20% 7 Hari

| NO BEND<br>UI      | TGL COR    | TGL UI     | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS(A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>B uji) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>Mpa (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 18/10/2025 | 25/10/2025 | 10            | 7,56          | 7              | 15              | 15            | 225                           | 500           | 50985         | 226,6                          | 22,22                               | 0,65                | 34,19                               | 348,62                                |
| 2                  | 18/10/2025 | 25/10/2025 | 10            | 7,32          | 7              | 15              | 15            | 225                           | 455           | 46396,35      | 206,206                        | 20,22                               | 0,65                | 31,11                               | 317,24                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                               |               |               |                                |                                     |                     | 32,65                               | 332,93                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton penambahan limbah kaca sebesar 20% 7 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 22,22 Mpa dan 20,22 Mpa.

#### 6. Beton Campuran Limbah Kaca 20% 14 Hari

| NO BEND<br>UI      | TGL COR    | TGL UI     | SLUMP<br>(cm) | BERAT<br>(Kg) | UMUR<br>(Hari) | PANJANG<br>(Cm) | LEBAR<br>(Cm) | LUAS(A)<br>(Cm <sup>2</sup> ) | BEBAN<br>(KN) | BEBAN<br>(kg) | BEBAN<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan<br>(Mpa) (Umur<br>B uji) | Angka Estimasi Umur | Kuat Tekan<br>Mpa (Umur<br>28 hari) | umur 28 hari<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------|------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1                  | 19/07/2025 | 02/08/2025 | 10            | 7,9           | 14             | 15              | 15            | 225                           | 670           | 68319,9       | 303,644                        | 29,78                               | 0,88                | 33,84                               | 345,05                                |
| 2                  | 19/07/2025 | 02/08/2025 | 10            | 7,92          | 14             | 15              | 15            | 225                           | 610           | 62201,7       | 276,452                        | 27,11                               | 0,88                | 30,81                               | 314,15                                |
| Rata Rata/Produksi |            |            |               |               |                |                 |               |                               |               |               |                                |                                     |                     | 32,32                               | 329,60                                |

Hasil pengujian pada 2 sample beton penambahan limbah kaca sebesar 20% 14 hari, menghasilkan kuat tekan sebesar 29,78 Mpa dan 27,11 Mpa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kaca 10% memiliki potensi besar sebagai material alternatif pengganti sebagian pasir dalam campuran beton. Kaca yang dihancurkan menjadi ukuran halus berperan sebagai pengisi (filler) yang memperbaiki gradasi agregat dan meningkatkan kerapatan struktur beton. Namun, pada kadar tinggi (lebih dari 10%), terjadi penurunan kuat tekan akibat reaksi alkali-silika (ASR) antara kandungan silika kaca dan alkali pada semen, yang dapat menyebabkan mikroretak pada beton. Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah kaca sebesar 10% dari agregat halus merupakan proporsi yang paling efektif, menghasilkan beton dengan kekuatan optimum, lebih ramah lingkungan, dan mendukung konsep konstruksi berkelanjutan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan, analisis dan pembahasan data mengenai pengujian kuat tekan beton, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan limbah kaca hingga 10% dari total berat agregat halus memberikan hasil yang paling optimal, ditunjukkan dengan kuat tekan tertinggi yaitu 32 MPa pada umur 14 hari , lebih tinggi dari pada beton normal.
2. Penambahan limbah kaca di atas 10%, (20%) cenderung menyebabkan penurunan kuat tekan beton, diduga akibat meningkatnya reaksi alkali-silika (ASR) serta perubahan gradasi agregat yang membuat struktur beton kurang padat.
3. Limbah kaca 0 – 20% yang diuji dalam penelitian ini masih berada dalam kategori beton struktural karena memenuhi standar dasar kuat tekan menurut SNI, meskipun hasil berada pada substitusi 10%.

#### 5. Saran

1. Pemanfaatan limbah kaca sebesar 10% dapat direkomendasikan sebagai bahan tambahan pasir dalam produksi beton ramah lingkungan dan mempertimbangkan penggunaan limbah kaca sebagai material alternatif untuk mengurangi kebutuhan pasir alam, mengingat isu kelangkaan dan tingginya eksploitasi pasir sungai serta perlu adanya standarisasi skala industri terkait cara pengolahan limbah kaca agar aman dan memenuhi kualitas agregat halus.
2. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian lanjutan terkait durabilitas, seperti uji kuat tarik belah, uji modulus elastisitas, dan uji permeabilitas beton dengan limbah kaca.

## Referensi

- [1] Pardomuan Fanto, Tanudjaja Pane H, and Windah R S, “Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton,” *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 5, pp. 313–321, 2015.
- [2] N. Bumulo and W. Rusnadin, “Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal,” pp. 11–23.
- [3] M. Tumpu and F. E. P. Lopian, *Beton "Jenis dan Kegunaannya"*, no. April. 2024.
- [4] I. Mirajhusnita, T. H. Santosa, and R. Hidayat, “Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton,” vol. 1, no. 1, pp. 24–33, 2020.
- [5] M. Manganta, J. Asik, M. Idris, and A. Salim, “Pemanfaatan Kulit Kemiri Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Paving Block Utilization of Candlenut Shells as Substitutes for Fine,” vol. 3, no. 2, 2023.
- [6] M. R. Olii *et al.*, “AGREGAT HALUS UNTUK BETON RAMAH LINGKUNGAN mereduksi jumlah limbah kaca di Indonesia . Beberapa penelitian telah melakukan,” vol. 11, no. 1, pp. 113–124, 2021.
- [7] D. Ramadhan *et al.*, “JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY ( JACEIT ) Inovasi Beton Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Kaca dan Plastik PET,” vol. 5, no. 1, pp. 31–36, 2024.
- [8] S. Hibah and T. Pertahanan, “Pemanfaatan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus dan fly ash sebagai pengganti semen pada beton ramah lingkungan (green concrete) yang tahan terhadap lingkungan agresi sulfat,” no. April 2018.
- [9] P. R. Artikel, D. D. W, S. A. S, A. A. N. F, S. B. P, and L. Shid, “TEKNOLOGI BAHAN SUSUN BETON DENGAN PEMANFAATAN ABU-SEKAM,” pp. 218–228, 2025.
- [10] F. A. Wibowo, C. Habsya, and R. S. Agustin, “KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN,” vol. 7, no. 1, pp. 15–24, 2021.
- [11] P. Limbah, K. Dan, and P. Sebagai, “SKRIPSI OLEH : REZA PRAMANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area Oleh : REZA PRAMANA FAKULTAS TEKNIK MEDAN,” 2024.
- [12] U. N. Putra, U. N. Putra, T. W. Library, R. Wp, and U. N. Putra, “Pembicaraan : Universitas Nusa Putra,” vol. 02, no. Februari, 2024.
- [13] S. S. Sejati and L. I. Gunawan, “Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Pembuatan Beton Normal Berdasarkan Gradasi Pasir Zona 3,” *Modul. Media Komun. Dunia Ilmu Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.32585/modulus.v1i1.375.
- [14] P. T. Adhi, P. Beton, and P. Margorejo, “IKRAITH-TEKNOLOGI Vol 7 No 3 November 2023 121,” vol. 7, no. 3, pp. 121–139, 2023.
- [15] I. Didik, S. S. Mabui, and A. Raidyarto, *BETON*.
- [16] U. M. Area, “KUALITAS PAVING BLOCK BETON SKRIPSI OLEH : RENDI PRADIKA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN SKRIPSI Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area Oleh : RENDI PRADIKA FAKULTAS TEKNIK MEDAN,” 2025.
- [17] M. Fc, D. A. N. Kuat, and T. Beton, “PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KACA TERHADAP,” 2021.
- [18] F. Hasbhi, I. G. Ngurah, P. Dharmayasa, P. Ariawan, and K. Agus, “Pengaruh Komposisi Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton,” vol. 2, no. 1, pp. 25–39, 2023.