

## ANALISIS CAMPURAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS KUAT TEKAN BETON MUTU K-225

Andriansyah<sup>1\*</sup>, Hidayati<sup>2</sup>, Cahyo Agung Saputra<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Raflesia, Rejang Lebong

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan beton yang memakai bahan limbah pecahan botol kaca sebagai bahan tambah agregat halus serta untuk mengetahui pengaruh limbah pecahan kaca sebagai bahan tambah agregat halus dengan beberapa variabel berbeda terhadap kuat tekan beton. Objek yang akan diteliti adalah beton kelas II dengan mutu K-225 dengan melakukan modifikasi terhadap campuran menggunakan bahan tambah limbah botol kaca sehingga dapat diketahui apakah beton tersebut layak digunakan atau tidak dalam kebutuhan konstruksi. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain dengan metode dokumentasi, penelitian lapangan, serta literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah botol kaca terhadap campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pengaruh tersebut disebabkan karena kaca tidak memiliki kadar penyerapan yang baik sehingga memperlambat proses ikat beton. Pada saat dilakukan pengujian terhadap beton berumur 7 hari, beton yang menggunakan campuran botol kaca dengan variabel yang lebih tinggi memiliki kuat tekan yang rendah yaitu sebesar 170 kg/cm<sup>2</sup> karena beton belum dalam keadaan kering sempurna. Akan tetapi pada saat pengujian beton umur 28 hari atau pada saat beton dalam keadaan kering sempurna kuat tekan beton yang diperoleh dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan yakni sebesar 299,1 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** *Beton, Limbah, Botol Kaca, Kuat Tekan*

### 1. PENDAHULUAN

Limbah kaca selama ini dikenal sebagai benda yang berbahaya karena cenderung tajam dan runcing sehingga ditakutkan dapat melukai tubuh jika tidak ditangani dengan baik. Limbah kaca juga merupakan jenis limbah padat yang tidak bisa terurai secara organik oleh alam.

Limbah kaca merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari kehidupan masyarakat terutama di kota besar seperti Jakarta dan kota lainnya, limbah kaca setiap hari semakin meningkat volumenya karena banyak kegiatan manusia yang menghasilkan kaca, sebagian besar limbah kaca langsung dibuang ke lahan terbuka, hal ini tentu saja akan mencemari lingkungan mengingat kaca merupakan material yang tidak dapat didaur ulang secara alami oleh alam.

Berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba melakukan inovasi melalui sebuah penelitian pencampuran limbah pecahan botol kaca dengan semen, pasir, koral dan air menjadi

suatu campuran beton. Mutu beton ditentukan oleh bahan dan campuran yang telah ditetapkan pada kelas beton K-225. Dalam hal ini, kaca akan dijadikan sebagai bahan tambah agregat halus pada campuran beton.

Dengan penggunaan kaca sebagai agregat halus diharapkan dapat menjadi material alternatif campuran beton dan diharapkan akan mengurangi limbah kaca yang dapat merusak lingkungan.

### 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain atau menguji bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan variabel yang lainnya.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium beton PT. Pebana Adi Sarana Curup yang

terletak di Desa Tasik Malaya, Kecamatan Curup Utara, Kabupaten Rejang Lebong. Waktu studi dilaksanakan selama kurang lebih 2 bulan yaitu pada 15 Mei 2023 - 31 Juli 2023.

Limbah botol kaca yang dikumpulkan kemudian dihaluskan dan ditimbang seberat 20 kg untuk kemudian dilakukan beberapa pengujian sesuai standar yang berlaku sebelum dijadikan bahan tambahan dalam campuran beton.



**Gambar 1.** Limbah Botol Kaca

## 2.1. ANALISIS DATA

Teknik analisa data merupakan serangkaian pengujian yang dilakukan terhadap sample dengan tujuan untuk memperoleh data – data tertentu yang dibutuhkan dalam penelitian. Adapun rangkaian analisa data yang dilakukan:

- a. Analisis saringan agregat halus
- b. Analisis saringan agregat kasar
- c. Pengujian kadar lumpur agregat halus
- d. Pengujian kadar lumpur agregat kasar
- e. Pengujian kadar organik agregat halus
- f. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus
- g. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar
- h. Pengukuran berat isi agregat halus
- i. Pengukuran berat isi agregat halus
- j. Pengujian slump test
- k. Pengujian kuat tekan

## 3. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar (koral) dan halus (pasir) yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus, seringkali ditambahkan admixture atau additive bila diperlukan. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin

mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (fc) pada umur 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan tulangan baja akan terbentuk beton bertulang (Nawy, 1985).

Beton normal yang dibuat dengan agregat normal (kerikil dan pasir biasa berat jenisnya antara 2,5 - 2,7) mempunyai berat jenis sekitar 2,3 – 2,4. Apabila dibuat dengan pasir atau kerikil yang ringan atau diberi rongga udara maka berat jenis beton dapat kurang dari 2,0. Jenis-jenis beton menurut berat jenisnya dan pemakaianya.

Mutu beton merupakan pengklasifikasi jenis beton yang digunakan dalam konstruksi untuk berbagai jenis pengaplikasian. Pengaplikasian beton untuk berbagai jenis bagian tentu mempunyai mutu dan kualitas yang berbeda. Perbedaan ini ada pada campuran bahan dalam pembuatan beton yang meliputi perbandingan agregat di dalamnya. Untuk pengklasifikasi beton sendiri berdasarkan kelas dan mutunya dimulai dari K-100 hingga K-500. Kode huruf K disini maksudnya adalah untuk menunjukkan karakteristik atau kuat tekan beton dalam setiap cm<sup>2</sup>. Dan untuk angka yang ada di belakangnya menunjukkan jumlah beban dalam satuan kg (Kilogram).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

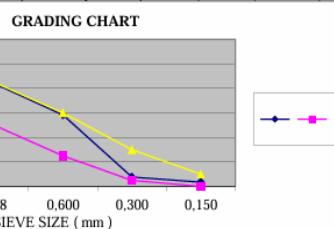
Sample yang diteliti adalah beton kelas II dengan mutu K-225, yang mana dapat didefinisikan bahwa beton tersebut mampu menahan beban sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup>. Beton ini umumnya digunakan pada pekerjaan struktural bangunan seperti pondasi, sloof, kolom, plat lantai, dan pekerjaan struktur lainnya. Seperti halnya beton pada umumnya, beton K-225 dibuat menggunakan komposisi campuran agregat, semen, dan air baru atau memodifikasi teori yang sudah ada.

### ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

Metode pengujian ASTM C33-03

**Tabel 1.** Analisa saringan agregat halus

| Ukuran Saringan |         | Berat Sample : 1000 gram |                                   |            |         | Berat Sample : 1000 gram |                                   |            |             |
|-----------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|------------|-------------|
| SNI mm          | ASTM mm | Analisa Saringan         |                                   | Jumlah %   |         | Analisa Saringan         |                                   | Jumlah %   |             |
|                 |         | Berat Tertahan ( gram )  | Kumulatif Berat Tertahan ( gram ) | Tertahan % | Lolos % | Berat Tertahan ( gram )  | Kumulatif Berat Tertahan ( gram ) | Tertahan % | Kumulatif % |
| No. 4           | 4,75    | 0                        | 0                                 | 0,0        | 100,0   | 0                        | 0                                 | 0,0        | 100,0       |
| No. 8           | 2,4     | 25                       | 25                                | 2,5        | 97,5    | 19                       | 19                                | 1,9        | 98,1        |
| No. 16          | 1,18    | 132                      | 157                               | 15,7       | 84,3    | 142                      | 161                               | 16,1       | 83,9        |
| No. 30          | 0,600   | 254                      | 411                               | 41,1       | 58,9    | 261                      | 422                               | 42,2       | 57,8        |
| No. 50          | 0,300   | 510                      | 921                               | 92,1       | 7,9     | 502,5                    | 924,5                             | 92,5       | 7,6         |
| No. 100         | 0,150   | 45                       | 966                               | 96,6       | 3,4     | 38                       | 962,5                             | 96,3       | 3,8         |
| Kehalusan       |         |                          |                                   |            |         | 2,48                     |                                   |            |             |



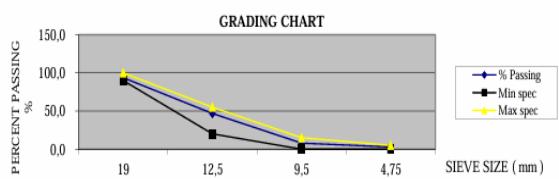
Sumber : Data pengujian

## ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Metode pengujian ASTM C33-03

**Tabel 2** Analisa saringan agregat kasar

| Ukuran Saringan |         | Berat Sample : 2508 gram |                                   |            |         | Berat Sample : 2616,5 gram |                                   |            |         | Lolos Rata 2 Uji 1 & Uji 2 % |  |
|-----------------|---------|--------------------------|-----------------------------------|------------|---------|----------------------------|-----------------------------------|------------|---------|------------------------------|--|
| SNI mm          | ASTM mm | Analisa Saringan         |                                   | Jumlah %   |         | Analisa Saringan           |                                   | Jumlah %   |         |                              |  |
|                 |         | Berat Tertahan ( gram )  | Kumulatif Berat Tertahan ( gram ) | Tertahan % | Lolos % | Berat Tertahan ( gram )    | Kumulatif Berat Tertahan ( gram ) | Tertahan % | Lolos % |                              |  |
| 1"              | 25      |                          |                                   |            |         |                            |                                   |            |         |                              |  |
| 3/4"            | 19      | 238                      | 238                               | 9,5        | 90,5    | 89,5                       | 89,5                              | 3,4        | 96,6    | 93,5                         |  |
| 1/2"            | 12,5    | 1256,5                   | 1494,5                            | 59,6       | 40,4    | 1136,5                     | 1226                              | 46,9       | 53,1    | 46,8                         |  |
| 3/8"            | 9,5     | 870,5                    | 2365                              | 94,3       | 5,7     | 1127,5                     | 2353,5                            | 89,9       | 10,1    | 7,9                          |  |
| No. 4           | 4,75    | 94                       | 2459                              | 98,0       | 2,0     | 166                        | 2519,5                            | 96,3       | 3,7     | 2,8                          |  |
| Kehalusan       |         | 2,81                     |                                   |            |         | 2,37                       |                                   |            |         |                              |  |



Sumber : Data pengujian

## PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Metode pengujian ASTM C 117

**Tabel 3** Kadar lumpur agregat halus

| Penjelasan                                  | Unit | Id | Formula                      | 1    | 2    |         |
|---|------|----|------------------------------|------|------|---------|
| Tinggi Total Pasir + Lumpur Setelah Kocokan | gr   | A  |                              | 11,2 | 14,6 |         |
| Tinggi Pasir                                | gr   | B  |                              | 10,9 | 14,1 |         |
| Kadar Lumpur                                |      |    | A-B                          | 0,3  | 0,5  |         |
| Persentase Kadar Lumpur                     | %    | C  | $\frac{A-B}{A} \times 100\%$ | 2,68 | 3,42 | 3,05    |
|   |      |    |                              |      |      | MAX 5 % |

Sumber : Data pengujian

## PENGUJIAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Metode pengujian ASTM C 117

**Tabel 4** Kadar lumpur agregat kasar

| Penjelasan                        | Unit | Id | Formula                    | 1    | 2    | Rata 2  |
|-----------------------------------|------|----|----------------------------|------|------|---------|
| Berat Sample Sebelum Cuci + Wadah | gr   |    |                            | 2500 | 2500 |         |
| Berat Wadah                       | gr   |    |                            | 320  | 280  |         |
| Berat Sample                      | gr   | B  |                            | 2180 | 2220 |         |
| Berat Sample Setelah di Cuci      | gr   | C  |                            | 2159 | 2201 |         |
| Material Lolos Saringan 200       |      | A  | B - C                      | 21   | 19   |         |
| Persentase Lolos                  | %    |    | $\frac{A}{B} \times 100\%$ | 0,96 | 0,88 | 0,910   |
|                                   |      |    |                            |      |      | MAX 1 % |

Sumber : Data pengujian

## PENGUJIAN KADAR ORGANIK AGREGAT HALUS

Metode uji : ASTM C 40, Dari perbandingan yang dilakukan, diperoleh kadar organik pada grafik warna nomor 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus yang digunakan masih layak digunakan sebagai bahan campuran beton

## PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Metode uji : SNI-1970-2008

**Tabel 5** Berat jenis dan penyerapan agregat halus

| Penjelasan   | Formula                            | 1     | 2     |            |
|--|------------------------------------|-------|-------|------------|
| Berat Benda Uji Dalam Keadaan Kering Permukaan Jenuh (SSD) | 500                                | 500   | 500   |            |
| Berat Benda Uji Kering Oven                                | BK                                 | 490   | 492   |            |
| Berat Pknometer di Isi Air                                 | B                                  | 672   | 672   |            |
| Berat Pknometer + Benda Uji (SSD) + Air                    | Bt                                 | 976   | 978   |            |
|  |                                    |       |       |            |
| Penjelasan   | Formula                            | 1     | 2     | Rata -Rata |
| Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)                  | $\frac{BK}{B + 500 - Bt}$          | 2,502 | 2,536 | 2,519      |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenis (SSD Specific Gravity)  | $\frac{500}{B + 500 - Bt}$         | 2,551 | 2,577 | 2,564      |
| Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)               | $\frac{BK}{B + BK - Bt}$           | 2,632 | 2,645 | 2,638      |
| Penyerapan (Absorption)                                    | $\frac{500 - BK}{BK} \times 100\%$ | 1,978 | 1,626 | 1,802      |

Sumber : Data pengujian

## PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Metode uji : SNI 03-1969-2008

**Tabel 6** Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

| Penjelasan  | Formula                           | 1     | 2     |            |
|---|-----------------------------------|-------|-------|------------|
| Berat Benda Uji Kering Oven                               | BK                                | 2939  | 2936  |            |
| Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh                    | BJ                                | 3000  | 3000  |            |
| Berat Benda Uji Di Dalam Air                              | BA                                | 1905  | 1898  |            |
|   |                                   |       |       |            |
| Penjelasan  | Formula                           | 1     | 2     | Rata -Rata |
| Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)                 | $\frac{BK}{BJ - BA}$              | 2,684 | 2,664 | 2,674      |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenis (SSD Specific Gravity) | $\frac{BJ}{BJ - BA}$              | 2,740 | 2,722 | 2,731      |
| Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)              | $\frac{BK}{BK - BA}$              | 2,842 | 2,829 | 2,835      |
| Penyerapan (Absorption)                                   | $\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$ | 2,076 | 2,180 | 2,128      |

Sumber : Data pengujian

## PENGUKURAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Metode uji : ASTM C29

**Tabel 7** Berat isi agregat halus

| METODE UJI           |    | SHOVELING PROCEDURE |        |        |
|----------------------|----|---------------------|--------|--------|
| NO. CONTOH UJI       |    | 1                   | 2      | 3      |
| BERAT MOLD + SAMPEL  | G  | 6025                | 6055   | 6090   |
| BERAT MOLD           | T  | 2310                | 2310   | 2310   |
| VOLUME MOLD          | V  | 2914,3              | 2914,3 | 2914,3 |
| BERAT ISI SAMPEL     | M  | 1,275               | 1,285  | 1,297  |
| RATA -RATA BERAT ISI | AM | 1,286               |        |        |

Sumber : Data pengujian

## PENGUKURAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

Metode uji : ASTM C29

**Tabel 8** Berat isi agregat kasar

| METODE UJI           | SHOVELING PROCEDURE |        |        |        |
|----------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|                      | 1                   | 2      | 3      |        |
| NO. CONTOH UJI       |                     |        |        |        |
| BERAT MOLD + SAMPEL  | G                   | 5940   | 6065   | 5955   |
| BERAT MOLD           | T                   | 2310   | 2310   | 2310   |
| VOLUME MOLD          | V                   | 2914,3 | 2914,3 | 2914,3 |
| BERAT ISI SAMPEL     | M                   | 1,246  | 1,288  | 1,251  |
| RATA -RATA BERAT ISI |                     | 1,282  |        |        |

Sumber : Data pengujian

## PENGUJIAN KUAT TEKAN

**Tabel 9** Pengujian Kuat tekan beton umur 7 hari

| JENIS SAMPLE | UKURAN SAMPLE | TANGGAL PEMBUATAN | TANGGAL TEST | UMUR HARI | SLUMP Cm | BERAT Gr | BEBAN KN | KUAT TEKAN Kg/cm <sup>2</sup> | KACA | HASIL Rata -Rata |
|--------------|---------------|-------------------|--------------|-----------|----------|----------|----------|-------------------------------|------|------------------|
| CUBE         | 15x15x15      | 03 07 2023        | 10 07 2023   | 7         | 10       | 6320     | 435      | 197,1                         | 0%   |                  |
| CUBE         | 15x15x15      | 03 07 2023        | 10 07 2023   | 7         | 10       | 6045     | 400      | 181,3                         | 10%  |                  |
| CUBE         | 15x15x15      | 03 07 2023        | 10 07 2023   | 7         | 10       | 8025     | 380      | 172,2                         | 20%  |                  |
| CUBE         | 15x15x15      | 03 07 2023        | 10 07 2023   | 7         | 10       | 7840     | 375      | 170,0                         | 30%  |                  |

Sumber : Data pengujian

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, penambahan limbah botol kaca terhadap komposisi campuran memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton K 225. Pengaruh tersebut disebabkan karena kaca tidak memiliki kadar penyerapan yang baik sehingga memperlambat proses pengikatan pada beton. Pada saat dilakukan pengujian terhadap beton berumur 7 hari, beton yang menggunakan campuran botol kaca dengan variabel yang lebih tinggi memiliki kuat tekan yang rendah karena beton belum dalam keadaan kering sempurna. Akan tetapi pada saat pengujian beton umur 28 hari atau pada saat beton dalam keadaan kering sempurna kuat tekan beton yang diperoleh dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Pada pengujian yang dilakukan terhadap beton umur 7 hari, diperoleh nilai kuat tekan pada beton K-225 dengan campuran kaca 10 % sebesar 181,3 kg/cm<sup>2</sup> ( 80 % dari kuat tekan rencana), kaca 20 % sebesar 172,2 kg/cm<sup>2</sup> ( 76 % dari kuat tekan rencana), dan kaca 30 % sebesar 170,0 kg/cm<sup>2</sup> ( 75 % dari kuat tekan rencana.) Sedangkan pada pengujian yang dilakukan terhadap beton umur

28 hari,diperoleh nilai kuat tekan pada beton K-225 dengan campuran kaca 10 %,20 % maupun 30 % mencapai lebih dari 100 % kuat tekan beton yang direncanakan dengan nilai tertinggi pada variabel penambahan campuran botol kaca sebesar 20 %. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah botol kaca dalam campuran beton dapat direkomendasikan untuk digunakan dengan variabel penambahan tidak melebihi 30% dari persentase agregat halus. Apabila penggunaan melebihi batas yang diisyaratkan maka dikhawatirkan dapat menurunkan kualitas beton karena akan memperlambat proses pengikatan pada beton.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Agus,S.(2016),Perancangan Struktur Beton Bertulang
- Anonim,2000. Badan Standarisasi Nasional Indonesia,03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal,Jakarta.
- Anonim,2008. Badan Standarisasi Nasional Indonesia,03-1969-2008 Tentang Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Anonim,1990. Badan Standarisasi Nasional Indonesia,03-1970-1990 Tentang Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- Anonim,1982. American Society of Testing Material (ASTM), C33-03 Tentang Pemeriksaan Analisis Gradasi Agregat Halus.
- Anonim,2012. American Society of Testing Material (ASTM), C-117 Tentang Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus Dari Saringan 75 m (No.200)
- Anonim, American Society of Testing Material (ASTM),C-29/C-29M Tentang Pengujian Densitas Curah ( Berat Satuan) dan Void dalam Agregat
- Artikel Klasifikasi Mutu Beton  
<https://novotest.id/klasifikasi-mutu-beton/>
- beton/ BAB II Tinjauan Pustaka  
<https://eprints.polsri.ac.id/1311/3/BAB%20II.pdf>
- Fitriana, R.,2006, Penelitian Pengaruh Penambahan Abu Kaca Pada Kuat Tekan Beton , Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam "45", Bekasi.
- Nugraha,P. Antoni. (2004) Teknologi Beton Dari Material,Pembuatan,ke Beton Kinerja Tinggi.
- Yhougha.(2017) Pembuatan mix design beton normal <https://kipmi.or.id/pembuatan-mix-design-beton-normal.html>
- Ayu,S. Anita,S. Srie,G. Azhari,H. (2014) Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca sebagai Bahan Subtitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton.  
<https://www.neliti.com/publication/262529/pengaruh-penambahan-tumbukan-limbah-botol-kaca-sebagai-bahan-subtitusi-agregat-halus>