

## ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PECAHAN BETON SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON FC 16,9 Mpa (K200)

**Wahyu Handoyono Hidayat<sup>1</sup>, Asri Mulyadi<sup>2</sup>, Asrullah<sup>3</sup>, A.Ghufron Hamkari<sup>4</sup>**

*Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang<sup>1,2,3</sup>*

*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang<sup>4</sup>*

e-mail: wahyu.handoyono19@gmail.com<sup>1</sup>, asri\_anang@yahoo.co.id<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang terdiri dari agregat halus dan kasar, semen, dan air, dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu dicampur bersama-sama sampai campuran menjadi homogen dan bersifat plastis sehingga mudah untuk dikerjakan. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti penyusun beton adalah limbah pecahan beton untuk penggunaan beton baru, menjadi alternatif bahan beton yang menguntungkan, karena agregat yang digunakan adalah agregat yang telah dibuang. Dengan pertimbangan tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai kuat tekan mutu beton K200 menggunakan limbah pecahan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton pada masing-masing variasi pengganti semen dan koral pada campuran beton yang menghasilkan kuat tekan optimum dan agregat halus (pasir) dari sungai musi, sedangkan agregat kasar dari lahat. Pada penelitian ini benda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm, umur yaitu 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran beton K.200 tersebut dibuat campuran pengganti yaitu dengan campuran limbah pecahan beton 0% (beton normal), campuran limbah pecahan beton 15%, campuran limbah pecahan beton 25% dan campuran limbah pecahan beton 35% dari berat koral. Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Dari evaluasi hasil uji kuat tekan yaitu pada beton normal dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 200,03 kg/cm<sup>2</sup>, pada campuran pengganti koral 15% dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 262,68 kg/cm<sup>2</sup>, pada campuran pengganti 25% dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 163,04 kg/cm<sup>2</sup> dan campuran pengganti koral 35% dengan dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 193,23 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil evaluasi kuat tekan beton yang menggunakan limbah pecahan beton pengganti koral sebesar 15%, mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton normal.

**Kata Kunci :** Kuat Tekan Beton, Agregat kasar, limbah pecahan beton.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang sangat vital dan paling dominan digunakan dalam struktur bangunan di seluruh dunia. Popularitas beton didasarkan pada keunggulannya yang signifikan, termasuk kemudahan dalam pengerjaan melalui pencampuran semen, agregat, air, dan bahan tambahan (jika diperlukan) dengan proporsi yang tepat. Kelebihan lain dari beton adalah biaya yang ekonomis karena menggunakan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh, fleksibilitas

dalam pembentukan sesuai kebutuhan desain, kemampuan menerima kuat tekan yang tinggi, ketahanan terhadap aus, kedap air, serta sifat awet dan mudah dalam perawatan. Hal ini menjadikan beton sebagai pilihan utama untuk berbagai jenis struktur, baik skala besar maupun kecil (Mulyadi, Asri; Sanutra, 2017).

Seiring dengan perkembangan industri konstruksi, inovasi dalam material dan teknologi beton terus dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan keberlanjutan. Salah satu inovasi penting adalah eksplorasi terhadap penggunaan material alternatif sebagai pengganti agregat kasar, yang

merupakan salah satu komponen utama dalam campuran beton. Agregat kasar, seperti kerikil atau batu pecah (split), memainkan peran krusial dalam memberikan kekuatan dan stabilitas pada beton. Namun, eksploitasi sumber daya alam untuk menghasilkan agregat konvensional menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan (Mulyadi, Asri; Rozi, 2019).

Kebutuhan akan solusi yang lebih berkelanjutan mendorong penelitian dan pengembangan material alternatif. Salah satu potensi yang menjanjikan adalah pemanfaatan limbah konstruksi, khususnya limbah pecahan beton, sebagai pengganti agregat kasar. Limbah beton, yang dihasilkan dari pembongkaran bangunan, jalan, atau sisa produksi beton, seringkali menjadi masalah lingkungan karena volume yang besar dan potensi dampak negatifnya. Pemanfaatan kembali limbah beton sebagai agregat dalam produksi beton baru menawarkan solusi ganda: mengurangi limbah konstruksi dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam (Mulyadi, Asri; Suanto, Pengki; Toni, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah pecahan beton sebagai substitusi agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Variasi persentase limbah beton yang digunakan akan diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik kuat tekan beton. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi beton yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Mulyadi, 2021).

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah : Mengetahui pengaruh limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar dengan variabel tertentu terhadap kuat tekan beton. Untuk mengetahui nilai optimal kuat tekan beton pada beton dari komposisi campuran pengganti agregat kasar dari limbah pecahan beton dengan menggunakan faktor air semen yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran beton.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang pemanfaatan limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Hal ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam mengurangi dampak lingkungan akibat limbah konstruksi, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, dan mendorong praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan. Manfaatnya akan dirasakan oleh insinyur sipil, kontraktor, dan pengembang proyek dalam memilih material konstruksi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan, serta pemerintah daerah dalam pengelolaan limbah konstruksi.

## 1.4. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar, pada campuran beton tersebut terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan beberapa variabel campuran limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar, pada campuran beton terhadap kuat tekan beton.
3. Apakah dengan limbah pecahan beton, dan faktor air semen yang ditentukan akan menghasilkan kuat tekan beton yang direncanakan.

## 1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah untuk memastikan fokus dan ruang lingkup yang jelas. Batasan masalah meliputi:

1. Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar (agregat kasar dari batu pecah).

2. Perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan:
  1. Beton Normal 16,9 MPa (K200).
  2. Beton dengan menggunakan limbah pecahan beton 15% dari agregat kasar batu pecah.
  3. Beton dengan menggunakan limbah pecahan beton 25% dari agregat kasar batu pecah.
  4. Beton dengan menggunakan limbah pecahan beton 35% dari agregat kasar batu pecah.
3. Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan beton.
4. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Umum Tentang Beton

#### 2.1.1. Pengertian Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan pilihan itu adalah semen, air, dan agregat. Agregat dapat berupa kerikil, batu pecah, sisa bahan mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir, atau bahan sejenis lainnya. Agregat, semen, dan air, dalam perbandingan tertentu dicampur bersama-sama sampai campuran menjadi homogen dan bersifat plastis sehingga mudah untuk dikerjakan. Karena hidrasi semen oleh adukan tersebut akan mengeras atau membantu, dan memiliki kekerasan dan kekuatan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan.

#### 2.1.2 Komposisi Beton

Komposisi beton terdiri dari empat komponen utama: semen, agregat, air, dan bahan tambahan (admixture). Proporsi

masing-masing komponen ini sangat mempengaruhi sifat-sifat beton, termasuk kuat tekan, durabilitas, dan kemudahan pengerjaan.

#### 2.1.3 Sifat-Sifat Beton

Beton memiliki berbagai sifat yang memengaruhi kinerjanya dalam struktur. Sifat-sifat ini dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: sifat fisik, sifat mekanik, dan sifat durabilitas.

### 2.2. Klasifikasi dan Mutu Beton

#### 2.2.1. Klasifikasi Beton

Berdasarkan berat volume, beton dapat dibedakan atas : beton ringan, beton normal, dan beton berat.

**Tabel 2.1.** Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Volume

Jenis Beton	Berat Jenis	Agregat yang digunakan	Pemakaian
Beton Ringan	<1900 kg/m <sup>3</sup>	Tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang diregangkan, sisa batu bara yang berbusa dan batu apung.	Dipakai untuk bangunan yang memikul beban ringan, pembuatan lapis penyekat suara, tembok interior.
Beton Normal	2200-2500 Kg/m <sup>3</sup>	Pasir, kerikil, terak dapur tinggi, batu pecah, koral, serpih-serpih batu.	Dipakai untuk konstruksi tempat tinggal.
Beton Berat	>2400 kg/m <sup>3</sup>	Butir besi, barito, magnetic	Dipakai untuk masa yang berat dan pelindung sinar gamma.

Sumber : TEDC Bandung, Teknologi Bahan 3 Edisi I, 1983

Berdasarkan teknik pembuatannya, beton dapat dibedakan atas :

#### 1. Beton Biasa

Beton ini dibuat dalam keadaan plastis (basah).

#### 2. Beton Precast

Beton ini dibuat dalam bentuk elemen-elemen yang merupakan rangka dari konstruksi yang akan dibuat, beton ini dipasang dalam keadaan mengeras.

#### 3. Beton Prestress

Beton ini dibuat dengan materi tegangan dalam beton sebelum beton mendapat beban luar, kecuali dengan beban sendiri.

#### 2.2.2. Kelas dan Mutu Beton

##### a) Beton Kelas I

Beton Kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak memerlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi

pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu beton kelas I dinyatakan dengan BO.

#### b) Beton Kelas II

Beton Kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum dan dalam Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K125, K175 dan K225. Pada mutu beton ini, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K125, K175 dan K225, pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu.

#### c) Beton Kelas III

Beton-beton untuk pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm<sup>3</sup>. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K dengan angka di belakangnya yang menyatakan karakteristik beton yang bersangkutan.

### 2.3. Sifat-sifat Umum Beton

Pada umumnya beton terdiri dari kurang lebih 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara mencampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

### 2.4. Material Pembentuk Beton

Bahan pengikat hidolik untuk pembuatan beton, dimana hidrolik berarti bila semen bereaksi dengan air yang akan membentuk suatu massa batuan. Semen adalah hasil fabrikasi dimana dapat diproduksi berbagai jenis semen dengan sifat-sifat dan karakteristik berlainan (Sjafei, A. 2005).

### 2.5. Metode Standar Nasional Indonesia

Ada beberapa cara dalam mengerjakan rancangan campuran beton, antara lain menurut cara Inggris (British Standard) dan rancangan menurut Amerika (American Concrete Institute / ACI).

Di Indonesia rancangan ini dikenal dengan nama cara DOE (Departement of Environment). Cara ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum, dan dimuat dalam buku Standar No. SK.SNI.T-15-1990-3 dengan judul buku "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".

### 2.6. Limbah Pecahan Beton

Limbah pecahan beton (LPB) adalah material yang dihasilkan dari pembongkaran bangunan, jalan, jembatan, dan struktur beton lainnya, serta sisa produksi beton (Shi et al., 2006). Volume LPB yang dihasilkan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri konstruksi dan kebutuhan akan peremajaan infrastruktur. LPB seringkali dianggap sebagai limbah yang sulit dikelola, sehingga menimbulkan masalah lingkungan dan sosial.

### 2.7. Rumus Pengolahan Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Setelah memperoleh data dari hasil uji kuat tekan beton, maka data tersebut diolah dengan menggunakan rumus ketentuan dari SK.SNI.T-15-1990-03 sebagai berikut :

$$\sigma b' = \frac{W}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

$\sigma b'$  = Kuat tekan beton masing-masing sample ( $\text{kg/cm}^2$ )  
W = Berat beban masing-masing sample

(kg) 2

A = Luas penampang kubus ( $\text{cm}^2$ )

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma b'}{N} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

$\sigma_{bm}$  = Kuat tekan beton rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $\sigma_{bi}$  = Kuat tekan beton ( $\text{kg/cm}^2$ )  
N = Jumlah seluruh sample

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis pengaruh penggunaan limbah pecahan beton (LPB) sebagai substitusi agregat kasar terhadap kuat tekan beton secara numerik. Metode eksperimen digunakan untuk menguji secara langsung pengaruh variabel bebas (persentase LPB) terhadap variabel terikat (kuat tekan beton) melalui serangkaian pengujian laboratorium yang terkontrol.

#### 3.2. Persiapan Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mengambil data dalam penelitian ini sesuai dengan peralatan untuk pengujian masing-masing bahan yang ada pada Laboratorium Test Bahan & Struktur Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang. Peralatan ini hendaknya digunakan dalam keadaan bersih dan layak pakai.

##### 3.2.1 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Cetakan
- Timbangan Ayakan
- Alat Uji Slump
- Oven
- Wadah Adukan
- Mesin Uji Kuat Tekan

##### 3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen Portland merek Semen Baturaja
- Agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu koral)
- Air PDAM
- Limbah Pecahan Beton

#### 3.3. Pengujian Material

Pengujian terhadap material dasar pembuat beton bertujuan untuk mengetahui karakteristik atau sifat-sifat dasar material yang akan digunakan sehingga dapat memudahkan dalam menentukan proporsi campuran beton.

#### 3.4. Desain Campuran Beton

Sebelum kita melakukan pencampuran adukan untuk pembuatan benda uji kita harus terlebih dahulu mengetahui kapasitas adukan yang kita perlukan, adapun istilah lain dari rencana adukan tersebut adalah mix design concrete. Bahan-bahan yang kita perhitungkan untuk campuran beton adalah agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan pengganti semen. Rencana adukan tersebut dibuat berdasarkan dari uji bahan yang kita lakukan sebelumnya dan berdasarkan jumlah serta ukuran benda uji yang kita rencanakan untuk dibuat.

Setelah desain campuran adukan beton didapatkan langkah selanjutnya adalah membuat benda uji, adapun langkah- langkah cara pembuatan benda uji sebagai berikut :

- Siapkan alat pengaduk dan cetakan yang akan digunakan, dalam hal ini dipakai cetakan kubus dengan ukuran  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ .
- Siapkan bahan-bahan yang akan dicampur (sebelumnya bahan-bahan tersebut telah ditimbang sesuai dengan kebutuhan).
- Kemudian tuangkan split, pasir semen dan Sikament-NN kedalam alat pengaduk, lalu terakhir dimasukkan air dengan jumlah yang

telah ditentukan sedikit demi sedikit dengan merata sambil terus diaduk-aduk.

4. Pengadukan beton dihentikan setelah campuran dianggap telah tercampur merata sudah cukup lecak. Bila diperlukan pengadukan beton tadi dapat diperpanjang sebelum tes slump
5. Data desain campuran beton terlampir

### 3.5. Pengujian Slump

Tujuan dilakukan pengujian slump ini adalah untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar dengan menggunakan alat Abrams yaitu alat yang berupa kerucut terpancung. Adapun langkah-langkah dalam pengujian slump ini antara lain :

1. Cetakan slump dan plat alas dibasahi terlebih dahulu.
2. Letakkan cetakan diatas plat.
3. Isilah cetakan penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan dinding cetakan.
4. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji, lalu tunggu selama setengah menit dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar disekitar cetakan harus dibersihkan.
5. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas.
6. Balikkan cetakan dan letakkan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan oerbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.

### 3.6. Perawatan Benda Uji

Setelah umur beton mencapai 24 jam dari saat pengecoran, maka cetakan dibuka dan dilakukan perawatan terhadap benda uji sampai saat pengujian. Perawatan benda uji adalah dengan cara direndam. Benda uji berada dalam kondisi yang lembab untuk menghindari terjadinya penguapan kandungan air pada benda uji. Penguapan yang terjadi pada beton ini dapat menyebabkan terjadinya kehilangan air yang cukup banyak sehingga dapat menimbulkan terhentinya proses hidrasi yang sedang berlangsung pada campuran beton tersebut.

Selain itu penguapan yang terjadi pada beton dapat menyebabkan berkurangnya peningkatan kekuatan beton dan dapat juga menyebabkan terjadinya penyusutan kering yang terlalu cepat yang dapat mengakibatkan terjadinya retak-retak pada beton. Untuk itulah dilakukannya perawatan untuk data memperbaiki kualitas beton.

### 3.7. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Bertujuan untuk mengetahui kuat beton yang dibuat apakah telah sesuai dengan yang telah direncanakan.

1. Peralatan-peralatan yang dipakai antara lain :

- a. Mesin tekan hidrolis
- b. Timbangan kapasitas 20 kg

2. Benda uji

Benda uji yang berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm

3. Prosedur pelaksanaan

- a. Ambil benda uji berbentuk kubus yang mau diuji kuat tekanannya dari bak perendam dan keringkan terlebih dahulu
- b. Tiap-tiap benda uji tersebut lalu ditimbang
- c. Kemudian letakkan benda uji pada mesin tekan hidrolis
- d. Periksa manometer mesin penekan, pastikan posisi jarum pada skala 0. Kemudian dihidupkan mesin dan stel handle pada posisi penekan



- e. Pembebanan diberikan secara kontinyu sampai pembacaan dial indicator yang berwarna hitam turun secara otomatis. Selanjutnya dicatat nilai maksimum beban yang dapat ditahan oleh benda uji maka akan terlihat nilai pada dial indicator
- f. Kemudian keluarkan benda uji yang telah ditekan dan untuk benda uji selanjutnya sesuai dengan cara diatas

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakteristik Bahan

Dalam bagian ini, kita akan membahas karakteristik bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian, termasuk agregat halus, agregat kasar, limbah pecahan beton, semen, dan air.

#### 4.1.1. Agregat Halus

Pengujian laboratorium yang dilakukan untuk agregat halus meliputi berat isi gembur dan berat isi padat, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan kadar air, agregat halus yang digunakan adalah pasir dari sungai musi.

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang, didapat data – data sebagai berikut:

**Tabel 4.1. Berat isi gembur dan padat agregat halus**

Kegiatan	I		II		III	
	Gembur	Padat	Gembur	Padat	Gembur	Padat
A Volume Silinder	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13
B Berat Silinder	855	855	855	855	855	855
C Berat Benda Uji	2924	3258	2920	3230	2914	3288,5
Berat volume : $\frac{C-B}{A}$	1,093	1,269	1,091	1,255	1,088	1,285
Berat Volume rata – rata: - Berat gembur = 1,091 gr/cm <sup>3</sup> - Berat padat = 1,270 gr/cm <sup>3</sup>						

#### 4.1.2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu komponen penting dalam campuran beton yang berfungsi sebagai kerangka struktural dan memberikan kekuatan pada beton. Mutu agregat kasar sangat mempengaruhi sifat-sifat beton, termasuk kuat tekan. Dalam penelitian ini, karakteristik agregat kasar

perlu dianalisis untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar yang berlaku dan untuk memahami kontribusinya terhadap kinerja beton.

**Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan**

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat benda uji jenuh permukaan kering (Bj)	500	500
Berat benda uji kering oven (Bk)	485	494
Berat piknometer + air (W <sub>2</sub> )	1198	1200
Berat piknometer + Benda uji + air (W <sub>1</sub> )	1492	1485
Berat jenis kering = $\frac{BK}{(W_2 + 500 - W_1)}$	2,354%	2,298%
	Rata – rata = 2,326	
Berat jenis SSD = $\frac{Bj}{(W_2 + 500 - W_1)}$	2,427%	2,326%
	Rata – rata = 2,377	
Penyerapan = $\frac{(Bj - Bk)}{Bk} \times 100\%$	3,093%	1,215%
	Rata – rata = 2,154%	

**Tabel 4.3. Pemeriksaan Berat Isi Gembur Agregat kasar**

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W <sub>1</sub> )	854	2211
Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	3212	5567
Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> – W <sub>1</sub> )	2358	3356
Volume cetakan (V)	1710,60	2493,46
Berat isi gembur = $\frac{W_3}{V}$	1,38	1,35
Berat isi gembur rata-rata	1,37 gr/cm <sup>3</sup>	

**Tabel 4.4. Pemeriksaan Berat Isi Padat Agregat kasar**

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W <sub>1</sub> )	854	2211
Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	3516	6038
Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> – W <sub>1</sub> )	2662	3827
Volume cetakan (V)	1710,60	2493,46
Berat isi padat = $\frac{W_3}{V}$	1,56	1,54
Berat isi padat rata-rata	1,55 gr/cm <sup>3</sup>	

Dari pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium didapat data-data sebagai berikut :

#### 1. Agregat Halus

**Tabel 4.5. Data-data Pasir**

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,091 gr / cm <sup>3</sup>
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm <sup>3</sup>
3	Berat jenis SSD	2,427
4	Berat jenis kering	2,362
5	Penyerapan	2,775 %
6	Kadar Lumpur	0,807 %
7	Kadar Air	7,13 %
8	Gradasi Butiran	Zona 4
9	Modulus Kehalusan	3,861

## 2. Agregat Kasar

**Tabel 4.6. Data-data kerikil**

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,37 gr / cm <sup>3</sup>
2	Berat Isi Padat	1,55 kg / cm <sup>3</sup>
3	Berat jenis SSD	2,377
4	Berat jenis kering	2,326
5	Penyerapan	2,154 %
6	Kadar Lumpur	3,297 %
7	Kadar Air	3,702 %
8	Modulus Kehalusan	8,77

### 4.2. Koreksi Campuran Beton Normal

1. Perbandingan berat antara masing – masing campuran 1 m<sup>3</sup> beton sebelum dikoreksi dan setelah dikoreksi kadar airnya adalah :

$$\text{Semen} = \frac{352}{352} = 1$$

$$\text{Air} = \frac{215}{352} = 0,61$$

$$\text{Pasir} = \frac{713}{352} = 2,03$$

$$\text{Kerikil} = \frac{1031}{352} = 2,93$$

2. Komposisi campuran untuk setiap zak semen adalah :

$$1 \text{ zak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 2,03 \times 50 = 101,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil} : 2,93 \times 50 = 146,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} : 0,61 \times 50 = 30,5 \text{ lt/m}^3$$

3. Beton Normal (BN)

Analisis kebutuhan semen, pasir, batu koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

4. Beton dengan limbah pecahan beton 15% dari berat batu koral (BB15%)

Analisis kebutuhan semen, pasir, batu koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg} - 1,887 \text{ Kg} = 10,691 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

Limbah pecahan beton :

$$15\% \times 12,578 \text{ Kg} = 1,887 \text{ Kg}$$

5. Beton dengan limbah pecahan beton 25% dari berat batu koral (BB25%)  
Analisis kebutuhan semen, pasir, batu koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg} - 3,145 \text{ Kg} = 9,433 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

Limbah pecahan beton :

$$25\% \times 12,578 \text{ Kg} = 3,145 \text{ Kg}$$

6. Beton dengan limbah pecahan beton 35% dari berat batu koral (BB35%)  
Analisis kebutuhan semen, pasir, batu koral, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 352 = 4,294 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 731 = 8,918 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu koral} : 0,0122 \times 1031 = 12,578 \text{ Kg} - 4,402 \text{ Kg} = 8,176 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

Limbah pecahan beton :

$$35\% \times 12,578 \text{ Kg} = 4,402 \text{ Kg}$$

### 4.3. Hasil pengujian slump beton

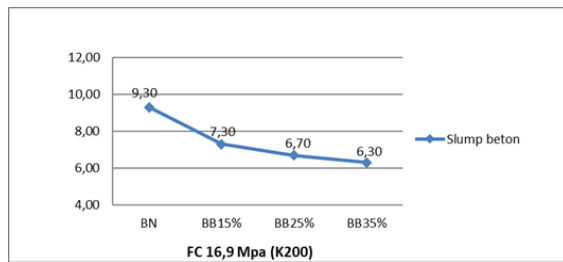
Adapun hasil pengujian slump beton dapat dilihat pada tabel 4.7. berikut:

**Tabel 4.7. Nilai pengujian slump**

Beton	Nilai slump ( cm )
Normal 0% (BN)	9,3
Limbah pecahan beton 15% (BB15%)	7,3
Limbah pecahan beton 25% (BB25%)	6,7
Limbah pecahan beton 35% (BB35%)	6,3



Grafik hubungan nilai slump dengan persentase limbah pecahan beton

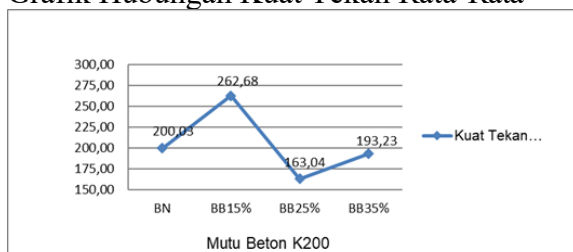


Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan limbah pecahan beton sebagai bahan pengganti batu koral 0%, 15%, 25%, dan 35% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

#### 4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Bagian ini menyajikan hasil pengujian kuat tekan beton yang dibuat dengan variasi persentase limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji beton pada umur 28 hari. Data hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan analisis. Analisis data akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase limbah pecahan beton terhadap kuat tekan beton. Hasil analisis akan dibandingkan dan dibahas secara mendalam untuk mengidentifikasi tren, pengaruh signifikan, dan kesesuaian dengan standar yang berlaku.

Grafik Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas

Palembang didapat data-data yang kemudian diolah dan dianalisa, sehingga didapat hasil kuat tekan karakteristik beton dengan menggunakan limbah pecahan beton sebagai Substitusi Agregat Kasar.

### 5.1. Kesimpulan

1. Kuat tekan beton FC16,9MPa (K.200) yang dihasilkan dari campuran limbah pecahan beton sebagai substitusi agregat kasar sebanyak 0%, 15%, 25% dan 35% adalah :

- Beton K.200 normal tanpa menggunakan campuran limbah pecahan beton pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 200,03 kg/cm<sup>2</sup>.
- Beton K.200 yang menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai substitusi agregat kasar sebesar 15% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 262,68 kg/cm<sup>2</sup>.
- Beton K.200 yang menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai substitusi agregat kasar sebesar 25% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 163,04 kg/cm<sup>2</sup>.
- Beton K.200 yang menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai substitusi agregat kasar sebesar 35% pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 193,23 kg/cm<sup>2</sup>.

2. Dari hasil kuat tekan yang didapat pada pengujian, beton yang menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai Substitusi Agregat Kasar sebesar 15%, mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton K200 dan untuk 25% dan 35% tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari beton K.200 normal (0% campuran limbah pecahan beton sebagai Substitusi Agregat Kasar).

### 5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian tentang analisa kuat tekan beton dengan menggunakan campuran limbah pecahan beton sebagai Substitusi Agregat Kasar, maka perlu diperhatikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu

- pengujian.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih akurat pengaruh campuran limbah pecahan beton sebagai Substitusi Agregat Kasar dengan jumlah persentase yang lebih besar/banyak dan pada umur beton lebih dari 28 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mulyadi, Asri; Sanutra, A. (2017). Analisis Limbah Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton K.200. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 7(2), 8–14.  
<https://jurnal.unpal.ac.id/index.php/tekniksipil/article/view/238>
- Mulyadi, Asri;Rozi, F. (2019). Pengaruh Limbah Pecahan Genteng Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Mutu Beton 16,9 MPa (K.200). *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 7(1), 4–11.  
<https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v7i1.244>
- Mulyadi, Asri;Suanto, Pengki ;Toni, H. (2022). Analisis Kuat Tekan Mutu Beton K225 Menggunakan Limbah Pecahan Beton dan Sika Tilefix-200TA (pp. 1–8). *Jurnal Teknik Sipil FT UNPAL*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v12i1.700>
- Mulyadi, A. S. (2021). Analisis Kuat Tekan Mutu Beton K.200 Memakai Limbah Pecahan Genteng Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL* *Teknik Sipil*, 11(01), 1–13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v11i1.466>
- Amri, Sjafei, ST., Dipl. E.Eng. (2005). *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Badan Standar Nasional (BSN), 1990, *SK SNI T-15-1990-03: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Bandung: Yayasan LPMB

