

## ANALISIS KUAT TEKAN BETON K.200 DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH PECAHAN BATU BATA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR

Ligal Sebastian<sup>1)</sup>, Achmad Syarifudin<sup>2)</sup>, Alamsyah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Universitas Palembang, <sup>2)</sup>Dosen Universitas Bina Darma Palembang,

<sup>3)</sup>Mahasiswa Universitas Palembang)

e-mail : <sup>2)</sup>[Syarifachmad6080@yahoo.co.id](mailto:Syarifachmad6080@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Penggunaan material limbah pecahan batu bata dalam campuran beton di Indonesia masih belum umum namun sudah mulai banyak digunakan antara lain untuk pengurukan, lapisan pondasi jalan dan lain-lain. Hal ini mungkin disebabkan bahan baku seperti agregat kasar mudah didapat. Padahal cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ke tahun akan semakin mahal. Penelitian dan pengujian beton ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan memanfaatkan limbah pecahan batu bata dengan sumber agregat halus (pasir) dari sungai Musi, sedangkan agregat kasar (batu pecah/split) didapat dari lahat. Pada penelitian ini beda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm dan direndam, masing-masing umur beton yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran beton K.200 tersebut dibuat campuran pengganti agregat kasar yang bervariasi yaitu dengan limbah pecahan batu bata 0% (normal), limbah pecahan batu bata 10%, limbah pecahan batu bata 20 % dan limbah pecahan batu bata 30% dengan cara mengurangi persentase dari agregat kasar (split). Beton yang mencapai umur 28 hari karena pada umur ini menurut PBI 1974, kekuatan beton telah mencapai 100%. Dari hasil uji kuat tekan yaitu pada beton normal (limbah pecahan batu bata 0%) dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 199,27 kg/cm<sup>2</sup>, pada beton kadar limbah pecahan batu bata 10% dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 179,65 kg/cm<sup>2</sup>, pada beton kadar limbah pecahan batu bata 20% dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 172,10 kg/cm<sup>2</sup>, dan pada beton kadar limbah pecahan batu bata 30% dengan umur 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 170,59 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Kuat Tekan Beton, agregat halus, agregat kasar, limbah pecahan batu bata.

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Beton adalah suatu campuran antara semen sebagai bahan perekat, air sebagai bahan pembantu reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung, dan agregat sebagai bahan pengisi yang menyebabkan terjadinya suatu hubungan erat antara bahan-bahan tersebut. Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam konstruksi bangunan gedung, jalan, jembatan, dermaga dan lain-lain mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, sehingga mendorong penambangan batuan sebagai salah satu bahan pembentuk beton secara besar-besaran yang menyebabkan turunya jumlah sumber alam yang tersedia untuk keperluan pembeconan (Suharwanto, 2005). Penggunaan

material limbah pecahan batu bata dalam campuran beton di Indonesia masih belum umum namun sudah mulai banyak digunakan antara lain untuk pengurukan, lapisan pondasi jalan dan lain-lain. Hal ini mungkin disebabkan bahan baku seperti agregat kasar mudah didapat. Padahal cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ke tahun akan semakin mahal. Terutama agregat kasar atau kerikil yang hampir 78% menjadi bahan pengisi utama campuran beton (Astanto, 2001).

### B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya kuat tekan beton normal K.200 dengan beton

memakai bahan limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton.

2. Untuk mengetahui pengaruh pecahan batu bata sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan variabel tertentu terhadap uji kuat tekan beton.

### C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat menyumbang pemikiran terhadap pemecahan masalah yang berkaitan dengan pengolahan limbah pecahan batu bata yang tidak dapat digunakan sebagai bahan bangunan dan menjadi limbah yang di buang.

### D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar tersebut terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan beberapa variabel campuran limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan.
3. Batasan masalah didalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pekerjaan pengujian – pengujian bahan material dan benda uji kuat tekan di laboratorium.

### E. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar, perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton normal dengan mutu K.200
2. Beton dengan menggunakan campuran limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar sebesar 10%.
3. Beton dengan menggunakan campuran limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar sebesar 20%.
4. Beton dengan menggunakan campuran limbah pecahan batu bata sebagai pengganti agregat kasar sebesar 30%.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-

lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (*additif*) yang bersifat *kimiawi* ataupun *fisikal* pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampurkan bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo 1996 : 2)

### B. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi dari campuran beton. Agregat menempati  $\pm 70$  % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan beton.

Menurut Tjokrodomulyo (1992) agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Batu untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Jenis-Jenis agregat yang digunakan/dipakai sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

### C. Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982). Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat.

Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) kira-kira 2 – 4 % persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 40 kg / 50 kg.

### D. Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton itu sendiri.

Air yang digunakan untuk pembuatan beton harus bersih dan tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-

garaman, zat organis yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Air tawar yang biasanya diminum baik air diolah oleh PDAM atau air dari sumur yang tanpa diolah dapat digunakan untuk membuat beton.

### E. Rencana Campuran Beton

Perencanaan campuran beton adalah suatu cara untuk menentukan perbandingan bahan-bahan campurannya sedemikian sehingga untuk keadaan tertentu dihasilkan beton dengan sifat - sifat yang diisyaratkan dan dengan harga ekonomis.

*SK SNI T-15-1990-03 tentang tata cara rencana campuran beton normal* mengemukakan persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam hal perencanaan campuran adalah sebagai berikut :

1. Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan:
  - a. Kekentalan yang memungkinkan pekerjaan beton ( Penuangan / pemadatan dan perataan ) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama ( homogen )
  - b. Keawetan
  - c. Kuat tekan
  - d. Ekonomis
2. Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambahan.

Dalam perencanaan beton harus dipenuhi persyaratan :

- a. Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton.
- b. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang diisyaratkan.

### F. Kuat Tekan ( $f_c$ )

Kuat tekan beton yang diisyaratkan  $f_c$  adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm), dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam *Mega Paskal* (Mpa) atau dinyatakan dalam Karakteristik (Kg/cm<sup>2</sup>).

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji kubus beton (ukuran 15cm x 15cm x 15cm) sampai hancur. Tata cara pengujian yang dipakai adalah standar DOE (*Department of Environment*), untuk kondisi di Indonesia telah diadakan penyesuaian pada besarnya variasi kuat tekan beton. Menurut Dipohusodo (1994 : 7), kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f_c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.

Menurut Tjokrodinuljo (1996 : 59), faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton antara lain faktor air semen, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Persiapan Peralatan

Sebelum Penelitian dilakukan, perlu adanya persiapan peralatan dan bahan. Peralatan yang digunakan terdiri dari :

1. Timbangan, alat untuk menimbang benda uji, agregat halus dan kasar dengan ketelitian 0,3%.
2. Specific Gravity, alat ini digunakan untuk menentukan berat jenis agregat halus dan kasar dengan ketelitian 0,1%.
3. Talam-talam, alat untuk mengeringkan material.
4. Pan Aluminium / Cawan
5. Cetakan Beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm
6. Piknometer (Labu Ukur)
7. Mesin Penggetar
8. Centong
9. Kuas
10. Ember Plastik
11. Mistar Perata
12. Alat pengaduk campuran beton
13. Meteran
14. Bak Adukan, alat untuk tempat adukan terbuat dari plat yang datar dari bahan sejenis metal, kedap air dan mampu menahan beban adukan.
15. Oven yang dilengkapi pengatur suhu, alat yang digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar
16. Satu set saringan / ayakan, untuk memeriksa agregat halus dan kasar.

17. Kerucut Terpancung, alat untuk mengukur kadar air pada campuran beton. Tongkat (penusuk) terbuat dari baja tahan karat gunanya adalah untuk pematad.
18. Mesin Uji Kuat Tekan, alat untuk memeriksa kuat tekan beton.

#### B. Persiapan Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini antara lain:

1. Semen Portland type I ex. Baturaja
2. Agregat halus (Pasir) ex. sungai musi
3. Agregat kasar (Split) ex. Lahat
4. Limbah pecahan kaca
5. Air adalah air bersih yang ada di laboratorium Fakultas Teknik

Sebelum membeli bahan-bahan tersebut, diperkirakan terlebih dahulu berapa jumlah yang dibutuhkan. Untuk agregat halus (pasir) diperhitungkan yang terbuang setelah pengayakan. Jumlah pasir dan koral dilebihkan, agar pemeriksaan agregat tidak terulang lagi, karena mengingat karakteristik agregat tidak akan sama untuk tiap pembelian. Semen di beli pada waktu mendekati hari pengecoran, karena penyimpanan semen yang terlalu lama akan mengurangi mutu jika penyimpanan yang kurang tepat dapat menyebabkan semen mengeras dan terjadi penggumpalan.

#### C. Pemeriksaan Agregat

Penggunaan agregat dalam beton mencapai 70% - 75% dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kekuatan beton yang baik yang sesuai dengan yang direncanakan, maka perlu adanya pemeriksaan agregat.

##### 1. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan untuk agregat halus yaitu berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan lempung dan analisa ayak.

##### 2. Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar yaitu berat jenis dan penyerapan dan analisa ayak.

#### D. Pemeriksaan limbah pecahan batu bata

Pada penelitian ini material pengganti agregat kasar yang digunakan adalah limbah

pecahan batu bata yang dipotong – potong dengan ukuran 2 cm sampai 3 cm dengan desain pengganti agregat kasar 10%, 20%, 30%, dari berat agregat kasar.

### E. Perencanaan Campuran Beton

Metode perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan campuran beton dengan mutu beton rencana  $f_c'$  16,9 MPa (K.200). Dengan langkah kerja sebagai berikut :

1. Menentukan karakteristik kuat tekan yang disyaratkan diambil 16,9 MPa atau 200 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari dengan jumlah cacat 5% dari banyak sample.
2. Menentukan deviasi standar (s) dengan melihat tabel.
3. Nilai tambah (margin) menggunakan rumus =  $k \times s$ .
4. Menghitung kekuatan rata-rata yang akan dicapai dengan menjumlahkan hasil nomor 1 + 3.
5. Menetapkan jenis semen yang digunakan adalah semen Portland type I
6. Menetapkan jenis agregat yang dipakai adalah :
  - Agregat halus : alami
  - Agregat kasar : alam / batu pecah / split
7. Faktor air semen ditentukan dengan berpedoman pada grafik kemudian disesuaikan dengan type semen yang dipakai dan kekuatan tekan yang direncanakan pada umur 28 hari.
8. Faktor air semen maksimum dapat dilihat pada tabel yang disesuaikan dengan kondisi penggunaan beton tersebut.
9. Menentukan tinggi slump dengan menyesuaikan kegunaan dari beton tersebut untuk konstruksi.
10. Ukuran kadar agregat ditentukan dari hasil analisa saringan dengan mengambil ukuran agregat maksimum lolos saringan.
11. Kadar air bebas dapat dilihat pada tabel disesuaikan dengan besarnya slump dan ukuran agregat maksimum.
12. Kadar semen tiap m<sup>3</sup> beton dihitung dari perbandingan air dengan faktor air semen (No. 11 / No.7 ).
13. Kadar semen maksimum tidak ditentukan jadi dapat diabaikan.
14. Kadar semen minimum ditetapkan 352 kg/m<sup>3</sup>.
15. Susunan besar butir agregat disesuaikan

dengan analisa saringan yang ditentukan.

16. Persentase agregat halus diperoleh dari perbandingan gabungan antara agregat halus dan kasar (lihat pada lampiran).
17. Berat jenis relatif agregat kering permukaan diperoleh dari perbandingan rata-rata berat jenis agregat halus dan kasar.
18. Berat jenis beton diperoleh dari grafik dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis gabungan.
19. Kadar agregat gabungan = berat jenis, beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air.
20. Kadar agregat halus persentase agregat halus (No. 16) x kadar agregat gabungan (No. 19).
21. Kadar agregat kasar kadar agregat gabungan (No. 19) dikurangi kadar agregat halus (No. 20).

Dari langkah No.1 sampai No.21, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap 1 m<sup>3</sup> yaitu diperlukan semen sebanyak (No.2), air (No.11), pasir (No.20), koral (No.21).

Dalam perhitungan yang telah dilakukan, agregat halus dan agregat kasar dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD) maka apabila material yang ada dilapangan tidak jenuh kering permukaan harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya.

### F. Pengujian Slump

Peralatan yang digunakan dalam pengujian slump ini adalah meteran dan Kerucut Terpancung.

Langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut terpancung dan pelat dibasahi dengan kain basah.
2. Letakkan kerucut terpancung di atas pelat.
3. Isi kerucut terpancung sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan, setiap lapis berisi kira-kira 1/3 kerucut terpancung tersebut. Setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tumbukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Setelah selesai pemadatan ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama 30 detik dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar kerucut harus disingkirkan.

5. Kemudian angkat kerucut secara perlahan-lahan keatas secara tegak lurus.
6. Ukur slump yang terjadi dengan menentukan penurunan benda uji terhadap puncak kerucut terpancung.

Perhitungan : Besar Slump = Tinggi Penurunan Benda Uji

**G. Pengujian kuat tekan beton**

Pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton yang dibuat apakah telah sesuai dengan yang telah direncanakan. Peralatan yang digunakan adalah Timbangan dan Mesin Uji Kuat Tekan.

Langkah-langkah kerjanya adalah :

- Kubus beton yang di rendam atau di rawat setelah mencapai umur yang direncanakan maka beton tersebut diangkat dari perendaman. Kubus beton dikeringkan dari air kemudian ditimbang untuk mengetahui berat isi dari beton keras.
- Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan.
- Pengujian kuat tekan dilakukan sampai beton tersebut tidak mampu lagi memikul beban yang diberikan oleh mesin penguji kuat tekan.

Jika sudah di dapat hasil pengujian kuat tekan maka langkah selanjutnya tinggal menganalisis seberapa kuat tekan yang didapat dari proporsi yang direncanakan.

**IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**A. Pemeriksaan 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 sungai musi.

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

Kegiatan	I		II		III	
	Gembur	Padat	Gembur	Padat	Gembur	Padat
A Volume	1893,1	1893,1	1893,1	1893,1	1893,1	1893,1
Silinder	3	3	3	3	3	3
B Berat	855	855	855	855	855	855
Silinder						
C Berat	2924	3258	2920	3230	2914	3288,5
Benda Uji						

Berat volume :	1,093	1,269	1,091	1,255	1,088	1,285
$\frac{C - B}{A}$						
Berat Volume rata – rata :						
- Berat gembur = 1,091 gr/cm <sup>3</sup>						
- Berat padat = 1,269 gr/cm <sup>3</sup>						

**Tabel 4.2.** Analisa Saringan Agregat Halus

Saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	Jumlah berat tertahan	Jumlah persen (%)	
			Tertahan	Lolos
4,75	0	0	0	100
4	2	0,4	0,4	99,6
2	4,5	0,9	1,3	98,7
1	33	6,6	7,9	92,1
0,5	30	6	13,9	86,1
0,25	262,5	52,5	66,4	33,6
0,125	153,5	30,7	97,1	2,9
0,063	10	2	99,1	0,9
Pan	4,5	0,9	100	0
Total	500	100	386,1	

$$\text{Angka Kehalusan} = \frac{386,1}{100} = 3,861$$

**Tabel 4.3.** Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus

Kegiatan		Berat (gram)	
		I	II
A	Berat cawan	869	881
B	Berat gelas ukur (1000 ml)	303	303
C	Berat gelas ukur + pasir + air	1592,5	1594
D	Berat gelas ukur + air	1302	1302
E	Berat cawan + pasir setelah dioven ( Kering Kerontang )	1367	1367
Berat jenis kering : $\frac{E - A}{D + 500 - C}$		2,387	2,337
Berat jenis SSD : $\frac{500}{D + 500 - C}$		2,450	2,404

Persentase penyerapan air : $\frac{500 - (E - A)}{E - A}$	2,669	2,881
Berat jenis kering rata – rata =	2,362	
Berat jenis SSD rata – rata =	2,427	
Persentase penyerapan rata – rata =	2,775%	

**Tabel 4.4.** Kadar Lumpur Agregat halus

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat Agregat	736	987
B Berat Cawan	1000	1000
C Berat Cawan+agregat	1736	1987
D sebelum dicuci (kering)	1729	1978
Berat Cawan+agregat sebelum dicuci (di oven)		
Kadar lumpur : $\frac{(C - B) - (D - B)}{(D - B)}$	0,705%	0,908%
Kadar lumpur rata – rata = 0,807%		

**Tabel 4.5.** Kadar Air Agregat halus

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat Agregat	815	824,50
B Berat Cawan	3000	3000
C Berat Cawan+agregat	3815	3824,50
D sebelum dicuci (kering)	3616	3624,50
Berat Cawan+agregat sebelum dicuci (di oven)		
Kadar Lumpur : $\frac{(C - A) - (D - A)}{(D - A)}$	7,11%	7,14%
Kadar air rata – rata = 7,13%		

**Tabel 4.6.** Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat cawan (W <sub>1</sub> )	739	880
B Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	1511	1731
C Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> )	772	851
D Berat cawan + Benda uji kering oven (W <sub>4</sub> )	1484	1700
E Berat benda uji kering oven (W <sub>5</sub> =W <sub>4</sub> - W <sub>1</sub> )	745	820
F Kadar air agregat = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100$ %	3,624%	3,780%
Rata-Rata	3,702%	

Dari hasil pengujian kadar air agregat kasar didapat kan persentase sebesar 3,702 %

**Tabel 4.7.** Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat cawan (W <sub>1</sub> )	740	747
B Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	1492	1401
C Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> )	752	654
D Berat cawan + Benda uji kering oven (W <sub>4</sub> )	1467	1381
E Berat benda uji kering oven (W <sub>5</sub> =W <sub>4</sub> - W <sub>1</sub> )	727	634
F Kadar air agregat = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100$ %	3,438%	3,155%
Rata-Rata	3,297%	

Dari hasil pengujian kadar air agregat kasar didapatkan persentase sebesar 3,297 %

**Tabel 4.8.** 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 4.9.** Pemeriksaan Berat Isi Gembur Agregat kasar

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat cawan (W <sub>1</sub> )	854	2211
B Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	3212	5567
C Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> )	2358	3356
D Volume cetakan (V)	1710,60	2493.46
E Berat isi gembur W <sub>3</sub> /V	1,38	1,35
F Berat isi gembur rata-rata	1,38	1,35
Berat isi gembur rata-rata	1,37 gr/cm <sup>3</sup>	

**Tabel 4.10.** Pemeriksaan Berat Isi Padat Agregat kasar

Kegiatan	Berat (gram)	
	I	II
A Berat cawan (W <sub>1</sub> )	854	2211
B Berat cawan + Benda uji (W <sub>2</sub> )	3516	6038
C Berat benda uji (W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> )	2662	3827
D Volume cetakan (V)	1710,60	2493.46
E Berat isi Padat W <sub>3</sub> /V	1,56	1,54
Berat isi padat rata-rata	1,55 gr/cm <sup>3</sup>	

Dari hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar, didapatkan berat isi agregat kasar rata – rata untuk keadaan gembur = 1,37 gr / cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk berat isi agregat kasar rata – rata untuk keadaan padat = 1,55 gr / cm<sup>3</sup>

**Tabel 4.11.** Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Agregat Tertahan		% Kumulatif Agregat	
	gram	%	Tertahan	Lolos
37,5	0	0	0	100
19	11	0,37	0,37	99,63
9,5	2477	82,56	82,93	17,07
4	470	15,66	98,59	1,41
2	2	0,07	98,66	1,34
1	15	0,5	99,16	0,84
0,5	5	0,17	99,33	0,67
0,25	3	0,1	99,42	0,58
0,125	2	0,07	99,5	0,5
0,063	12	0,4	99,4	0,6
PAN	3	0,1	100	0
<b>Jumlah</b>	<b>3000</b>	<b>100</b>	<b>877,36</b>	
$\text{Angka Kehalusan} = \frac{\text{Total \% kumulatif tertahan}}{100}$ $= \frac{877,36}{100} = 8,77$				

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

1. Agregat Halus

**Tabel 4.12.** 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 4.13.** 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

**Tabel 4.14.** Daftar Isian (formulir) Perencanaan Campuran Beton

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan	Ditetapkan Ayat 3.3.1	16,9 MPa pada 28 hari bagian cacat 5% 7,5 N / mm <sup>2</sup> atau tanpa data... N/mm <sup>2</sup>
2	Deviasi Standar	Tabel 1	( k=1,64 ) 1,64 × 7,5 = 12,3 N/mm <sup>2</sup>
3	Nilai Tambah (margin)	Ayat 3.3.2 ( 1+3 )	22,5 + 12,3 = 34,8 N / mm <sup>2</sup>
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	Ditetapkan	Portland Type I
5	Jenis semen	Ditetapkan	Batu kerikil
6	Jenis agregat : kasar		Pasir
7	Jenis agregat : halus	Tabel 2	0,560 (ambil nilai yang terkecil)
8	Faktor air semen bebas	Grafik1/2	0,61
9	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan Ayat 3.3.3	Slump 60 – 100 mm
10	Slump	Ditetapkan Ayat 3.3.4	40 mm
11	Ukuran agregat maksimum	Tabel 6 Ayat 3.3.5	215 kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar air bebas	Tabel 4	215 : 0,61 = 352 kg/m <sup>3</sup>
13	Jumlah semen	11:8 atau 7	352 kg/m <sup>3</sup>
14	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	75 kg/m <sup>3</sup>
15	Jumlah semen minimum	Ditetapkan Ayat 3.3.2	
16	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	
17	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Daerah gradasi susunan butir IV
18	Persen agregat halus		26 persen
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)		2,473
20	Berat jenis beton	Grafik 13	2215 kg / m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat gabungan	19 – (12 + 11)	2215 – (352 + 215) = 1.648 kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat halus	17 × 20 20-21	1.648 × 26% = 429 kg/m <sup>3</sup>
	Kadar agregat kasar		1.648 – 429 = 1.219 kg/m <sup>3</sup>

**B. Koreksi Campuran Beton Normal**

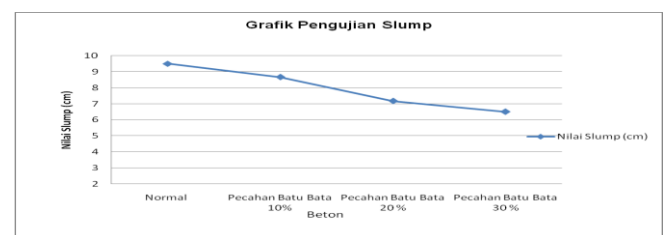
**Tabel 4.15.** koreksi campuran

Uraian	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Pasir (kg/m <sup>3</sup> )	Koral (kg/m <sup>3</sup> )	Air (kg/m <sup>3</sup> )	Total
Bahan campuran untuk 1m <sup>3</sup> beton	352	731	1031	215	2.329
Kadar air ( % )	-	-	-	-	-
Penyerapan agregat ( % )	-	-	-	-	-
Air bebas agregat ( % )	-	-	-	-	-
Air bebas × bebas agregat ( kg )	-	-	-	-	-
<b>Total</b>					2.329

**C. Hasil pengujian slump beton**

**Tabel 4.16.** Nilai pengujian slump

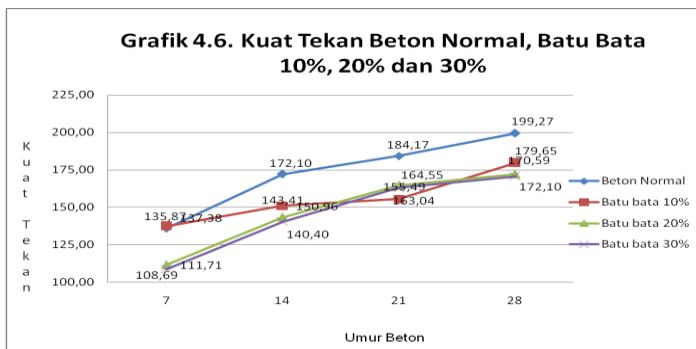
Beton	Nilai slump ( cm )
Normal	10
Pengganti Agregat Kasar 10 %	8,3
Pengganti Agregat Kasar 20 %	7
Pengganti Agregat Kasar 30 %	6



Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan material limbah pecahan Batu Bata sebagai bahan pengganti agregat kasar 10%, 20%, 30% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

**Tabel 4.17.** Rekapitulasi kuat tekan beton

Kuat tekan beton rata-rata	Variasi			
	Normal	Pengganti Agregat Kasar 10 %	Pengganti Agregat Kasar 20 %	Pengganti Agregat Kasar 30 %
Umur 7 hari	135,87	137,38	111,71	108,69
Umur 14 hari	172,10	150,96	143,41	140,40
Umur 21 hari	184,17	155,49	164,55	163,04
Umur 28 hari	199,27	179,65	172,10	170,59



## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dan dari hasil yang telah dicapai, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur 28 hari didapat kuat tekan 199,27 kg/cm<sup>2</sup>.
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah pecahan batu bata atau material pengganti agregat kasar 10% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 179,65 kg/cm<sup>2</sup>.
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah pecahan batu bata atau material pengganti agregat kasar 20% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 172,10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah pecahan batu bata atau material pengganti agregat kasar 30% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 170,59 kg/cm<sup>2</sup>.

### B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis mempunyai saran yang mungkin dapat berguna bagi peneliti selanjutnya, yaitu :

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi persentase pengganti agregat kasar yang berbeda dan pengujian umur beton lebih dari 28 hari.
- Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Imam Hanafi Hisbullah, 2016 “Pemanfaatan Limbah Kaca Terhadap Bahan Konstruksi Beton” Universitas Bakrie Jakarta.
- Muhammad ikhsan Syaifuddin, Bambang Edison, Khairul Fahmi, 2013. *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*. Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
- Dept. Pekerjaan Umum, *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton (SNI DT-91-0008-2007)*.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Andi: Yogyakarta.
- SNI 03 – 2834-2000 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30
- Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.
- SNI 03 – 1974 – 1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30