

ANALISIS KUAT TEKAN MUTU BETON K.200 MEMAKAI LIMBAH PECAHAN GENTENG BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR

Asri Mulyadi¹⁾, Pengki Suanto²⁾, Ferdinan³⁾

^{1), 2)}Dosen Tetap YPTP pada Prodi. Teknik Sipil Fakultas Teknik Univ. Palembang

³⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

e-mail: asri_anang@yahoo.co.id¹⁾, pengkisyanto@gmail.com²⁾, ferdinan.fiderman@yahoo.com³⁾

ABSTRAK

Memakai material bahan limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton di Indonesia masih belum banyak dilakukan, tetapi sudah mulai digunakan antara lain untuk pengurukan, lapisan pondasi jalan dan lain-lain. Hal ini disebabkan karena bahan baku agregat kasar mudah didapat. Namun cepat atau lambat material akan semakin habis sehingga menyebabkan material dari tahun ketahun akan semakin mahal. Melihat dari uraian di atas maka disini perlu untuk melakukan pemanfaatan material limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar. Pada penelitian ini benda uji dicetak dengan menggunakan kubus baja ukuran 15cm x 15cm x 15cm, masing-masing umur perendaman yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan beton. Pada campuran mutu beton K200 tersebut dibuat bervariasi yaitu dengan menggunakan material limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar 0%, 5%, 15% dan 25%. Dari hasil evaluasi uji kuat tekan yaitu pada beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur beton 28 hari di dapat kuat tekan beton sebesar 200,03 kg/cm², pada material limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar 5% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 190,97 kg/cm², pada material limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar 15% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 185,68 kg/cm² dan material limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar 25% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 169,83 kg/cm².

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton, Agregat, Limbah Pecahan Genteng beton.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air, untuk jenis beton tertentu di tambah bahan tambahan seperti admixture. Dengan berbagai komposisi dari masing-masing bahan campuran beton, maka akan di dapat hasil mutu beton yang berbeda-beda. Spesifikasi dan komposisi bahan pembuat beton akan mempengaruhi mutu beton yang terjadi. Seperti pasir yang digunakan sebaiknya menggunakan pasir dengan kandungan lumpur < 5% [1], agregat kasar mempunyai diameter tertahan ayakan 4,75 mm dan lolos 6,50 mm [2]. Mutu atau kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor air semen (fas), jumlah dan jenis semen, umur beton, sifat agregat, cara pemadatan dan perawatan beton [3].

Musi Banyuasin termasuk Kabupaten yang mengalami perkembangan ekonomi yang cukup tinggi sehingga pembangunan infrastruktur seperti gedung dan perumahan banyak dijumpai hampir di semua kawasan. Dengan demikian banyak ditemukan limbah atau bekas berbagai bahan bangunan seperti genteng beton baik yang masih utuh maupun yang sudah pecah. Sifat pecahan genteng beton dan agregat kasar (kerikil) yang hampir sama yaitu mempunyai sifat keras, maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian memakai limbah genteng beton tersebut sebagai pengganti sebagian kerikil dalam campuran beton khususnya pada beton mutu sedang. Beton mutu sedang umumnya mempergunakan campuran dengan perbandingan semen : pasir : Agregat kasar (kerikil) = 1 : 2 : 3 atau 1 : 3 : 5 [4].

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kuat tekan beton normal dengan beton memakai limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar.
2. Mengkaji prosentase limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar dengan variabel tertentu terhadap kuat tekan beton.
3. Mengevaluasi seberapa pengaruh kekerasan pecahan genteng beton terhadap kuat tekan beton.

C. Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi bahwa limbah pecahan genteng beton dapat dipergunakan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton.
2. Memberi informasi seberapa jauh pengaruh pecahan genteng beton dapat dipergunakan sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

D. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar tersebut terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan beberapa variabel campuran limbah pecahan genteng beton 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 genteng beton sebagai pengganti agregat kasar, perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton Normal
2. Beton dengan menggunakan limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar sebesar 5%.

3. Beton dengan menggunakan limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar sebesar 15%.
4. Beton dengan menggunakan limbah pecahan genteng beton sebagai pengganti agregat kasar sebesar 25%.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa bahan tambah lain seperti admixture [5]. Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air atau dengan bahan tambahan hingga membentuk massa padat. Mutu beton yang digunakan untuk komponen struktural minimal kuat tekannya adalah 14,5 MPa atau kurang lebih setara dengan mutu beton K-175 [6].

Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat alam, seperti : kerikil, pasir atau batu pecah dengan bahan pengikat semen Portland, kemudian semen Portland dengan air membentuk pasta pengikat butiran – butiran agregat menjadi massa yang padat dan tidak larut dalam air [7].

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa beton adalah suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambahan dengan perbandingan tertentu yang kemudian diaduk dan di tuang dalam cetakan hingga mengeras dan membatu sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

B. Klasifikasi dan Mutu Beton

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 Massa (ton/m ³)	Agregat yang digunakan	Pemakaian

Beton Ringan	Sampai 2,0	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 lapisan penyekat suara, tembok interior.
Beton Normal	2,0-2,9	Pasir, kerikil, terak dapur tinggi, batu pecah, koral, serpih-serpih batu.	Dipakai untuk konstruksi tempat tinggal.
Beton Berat	Lebih dari 2,8	Butir besi, barito, magnetic	Dipakai untuk masa yang berat dan pelindung sinar gamma.

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

2. Kelas dan Mutu Beton

a) Beton Kelas I

Beton Kelas I adalah beton untuk pekerjaan – pekerjaan non structural. 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 structural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B.1, K.125, K.175 dan K.225. 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 K.125, K.175 dan K.225, 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 Kelas III adalah beton untuk pekerjaan- pekerjaan structural dimana dipakai mutu

beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². 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.

C. Bahan Dasar Pembentuk Beton

Beton terutama terdiri dari tiga bahan, yaitu : semen, air dan agregat, jika diperlukan dibutuhkan bahan pembantu (admixture) untuk merubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air.

Agregat tidak memainkan peranan dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan. Beton pada umumnya mengandung :

- 1) Rongga - rongga udara 1 % - 2 %
- 2) Pasta semen (semen + air) 25 % - 40 %
- 3) Agregat (Kasar + halus) 60 % - 70 %

D. 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.

L.J.Murdock dan *K.M.Brook* dalam bukunya *Bahan dan Praktek beton* menjelaskan bahwa tujuan dari perencanaan campuran beton ialah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar, serta air yang memenuhi persyaratan berikut ini:

1. **Kekuatan desak** : Kuat desak yang dicapai pada 28 hari (atau umur yang ditentukan) harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh perencana konstruksi.
2. **Workabilitas** : Untuk memenuhi workabilitas yang cukup, guna pengangkutan, pencetakan dan pematatan beton sepenuhnya dengan peralatan yang tersedia. Pemilihan workabilitas yang paling sesuai biasanya merupakan tanggung jawab pemborong sepenuhnya dalam hal ini penting, terutama bila beton dipompa atau dituangkan. Campuran harus kohesif agar terhindar dari kemungkinan krops ; *'Water Gain'* (berkumpulnya air di bawah partikel agregat sebagai akibat bleeding) dan kesukaran lain akibat segregasi.
3. **Durabilitas** : Durabilitas atau sifat awet berhubungan dengan kekuatan desak, semakin besar kekuatan, semakin awet betonnya. Meskipun demikian sering terjadi kekuatan yang dipersyaratkan dapat tercapai dengan campuran yang besar faktor air semennya daripada yang dapat memberikan durabilitas yang cukup terhadap lingkungan yang dialami beton.
4. **Penyelesaian Akhir dari Permukaan Beton** : Kohesi yang kurang baik dapat merupakan salah satu sebab penyelesaian akhir yang kurang baik, bilamana beton dicetak pada acuan tegak, seperti goresan pasir dan variasi warna dan dapat juga mendatangkan kesukaran di dalam

penambalan bidang horizontal menjadi suatu penyelesaian akhir yang halus dan padat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan yang dipergunakan dalam penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium uji bahan di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang, sebelum penelitian dilakukan perlu adanya persiapan bahan yang dipergunakan.

- 1) Semen Portland type I (Baturaja)
- 2) Agregat halus (Pasir)
- 3) Agregat kasar (Batu Pecah)
- 4) Limbah pecahan genteng beton
- 5) Air

B. Persiapan Peralatan

Peralatan yang digunakan berupa alat – alat untuk memeriksa agregat terdiri dari :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- 2) Satu set saringan, untuk memeriksa agregat halus dan kasar.
- 3) Gelas ukur.
- 4) Piknometer.
- 5) Kerucut terpancung.
- 6) Penumbuk.
- 7) Pan aluminium.
- 8) Pelat kaca.
- 9) Cawan.
- 10) Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
- 11) Density spoon.
- 12) Mesin penggetar ayakan.
- 13) Timbangan.
- 14) Spatula.
- 15) Tabung silinder.
- 16) Jangka sorong.
- 17) Kuas.
- 18) Ember plastic.

Alat pembuat benda uji :

1. Timbangan.
2. Cawan.
3. Sendok spesi.
4. Cetakan beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
5. Peralatan pengukur slump, berupa :
 - a) Kerucut dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm, bagian atas dan bawah cetakan terbuka.

- b) Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm ujung dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat terbuat dari baja atau tahan karat.
 - c) Plat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
 - d) Plat siku.
6. Peralatan pengukur berat volume yang berupa :
- a) Wadah baja yang berbentuk silinder dengan alat pemegang
 - b) Tongkat pemadat.
 - c) Mistar perata.

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.

Adapun pemeriksaan agregat yang akan dibahas pada sub bab ini adalah :

1. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan untuk agregat halus yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan padat, kadar lumpur, kadar air dan analisa ayak.

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Tujuan mencari berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang diserap agregat halus yang dihitung terhadap berat kering.

Adapun langkah kerjanya antara lain:

- a) Penentuan SSD agregat halus
 - Masukkan benda uji ke dalam kerucut terpancung yang terdiri dari 3 lapisan yang masing-masing lapisan ditumbuk 8 kali ditambah 1 kali penumbukkan untuk bagian atasnya (seluruhnya 25 kali penumbukkan)
 - Angkat cetakkan kerucut terpancung perlahan-lahan, perhatikan!
 1. Sebelum diangkat, cetakan kerucut terpancung harus dibersihkan dari butiran agregat yang berada di luar cetakan.
 2. Pengangkatan cetakan harus benar-benar tegak lurus.
 - Periksa penurunan agregat hasil cetakan setelah kerucut terpancung diangkat,

bentuk agregat umumnya ada 3 hal yang masing-masing bentuk menyatakan keadaan kandungan air agregat tersebut. Perhatikan!

1. Jika keadaan kering, maka agregat perlu ditambah air.
2. Jika keadaan basah, maka agregat perlu dikeringkan di udara.

b). Penentuan berat jenis dan penyerapan agregat halus

- Timbang agregat dalam keadaan SSD pada cawan seberat 500 gram dan masukkan ke dalam piknometer.
- Masukkan air bersih mencapai 90 % isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- Tambahkan air sampai tanda batas.
- Timbang piknometer berisi air dan benda uji (B1)
- Keluarkan benda uji keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat konstan, kemudian diinginkan benda uji dalam desikator dan kemudian timbang beratnya (B2)
- Isi kembali piknometer dengan air sampai tanda batas kemudian timbang beratnya(B3)
- Berat jenis kering = $B2 / (B3 + 500 - B1)$
- Berat jenis SSD = $500 / (B3 + 500 - B1)$
- Penyerapan = $(500 - B2) / B2$

b. Berat Isi Gembur dan Padat Agregat Halus

Bertujuan untuk mencari dan mengetahui berat isi gembur dan berat isi padat untuk agregat halus.

Adapun langkah kerjanya :

- a. Timbang bejana silinder, ukuran diameter silinder, tinggi silinder dan hitung volume silinder.
- b. Mencari berat isi gembur
 - Masukkan agregat ke dalam bejana silinder sampai penuh dan ratakan, kemudian ditimbang.
 - Ulangi pekerjaan (a) sampai 3 kali, kemudian ambil berat rata-rata.
- c. Mencari berat isi padat
 - Masukkan agregat ke dalam silinder sebanyak 3 lapis, setiap lapis ditumbuk sebanyak 10 kali. Tambahkan agregat ke dalam bejana sampai penuh tanpa

ditumbuk dan diratakan kemudian ditimbang.

- Ulangi pekerjaan di atas sampai 3 kali, kemudian ambil berat rata-rata.

c. Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan antara lain untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung pada agregat.

Langkah kerjanya antara lain :

- a. Timbang berat agregat (W1)
- b. Kemudian cuci agregat sampai airnya bening
- c. Setelah itu dioven hingga kering atau mencapai berat konstan (W2)
- d. Kadar Lumpur = $(W1 - W2) / W2$

d. Kadar Air Agregat Halus

Tujuannya adalah untuk mencari persentase air yang terkandung pada agregat.

Langkah kerjanya antara lain:

- a. Timbang berat cawan (W1)
- b. Masukkan benda uji ke dalam cawan dan timbang bertanya (W2)
- c. Hitung berat benda uji ($W3 = W2 - W1$)
- d. Keringkan benda uji berikut cawan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya konstan
- e. Timbang berat cawan dan benda uji (W4)
- f. Hitung berat uji kering oven ($W5 = W4 - W1$)
- g. Kadar air = $(W3 - W5) / W5$

e. Analisa Ayak Agregat Halus

Tujuannya antara lain untuk menghitung perbandingan agregat halus menjadi gabungan yang mempunyai gradasi yang diinginkan.

Langkah kerjanya antara lain :

- a. Agregat halus dalam keadaan SSD
- b. Timbang agregat halus sebanyak ± 500 gr
- c. Saring benda uji sebanyak itu dengan menggunakan susunan ayakan sebagai berikut 4,750 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; 0,063 mm; pan. Sebelumnya ayakan ditimbang terlebih dahulu. Pengayakan ini dilakukan dengan meletakkan ayakan pada mesin penggetar dan agregat digetar selama ± 15 menit.
- d. Timbang agregat + ayakan, kemudian bersihkan ayakan dengan kuas.

- e. Hitung berat agregat tertahan di atas masing-masing lubang ayakan / saringan.
- f. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing ayakan terhadap berat total.
- g. Masukkan persentase lolos kualitatif berat jenis gradasi butiran agregat halus sehingga bisa didapatkan zona dari agregat halus.

2. Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan berat isi padat, kadar lumpur dan analisa ayak.

a. Berat jenis dan Penyerapan dari agregat Kasar

Adapun tujuannya antara lain untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang diserap agregat kasar yang dihitung terhadap berat kering.

Adapun langkah kerjanya antara lain:

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu dan bahan-bahan lain yang melekat pada agregat.
- b. Keringkan benda uji pada oven sampai berat konstan, kemudian diinginkan dalam desikator dan timbang beratnya (Bk)
- c. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
- d. Keluarkan benda uji dari air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan agregat hilang (agregat dinyatakan dalam keadaan SSD) Perhatikan! Untuk butiran yang besar pengeringan dengan kain dilakukan satu per satu.
- e. Timbang berat benda uji dalam keadaan SSD (Bj)
- f. Masukkan benda uji ke dalam gelas ukur dan tambahkan air hingga benda uji terendam dan permukaan air pada tanda batas (pada gelas ukur diberi tanda batas)
- g. Timbang berat gelas ukur yang berisi benda uji dan air (W1)
- h. Bersihkan gelas ukur dari benda uji dan masukkan lagi air sampai tanda batas dan timbang bertanya(W2).
- i. Berat jenis SSD = $Bj (W2 + Bj - W1)$
- j. Penyerapan = $(Bj - Bk) / Bk \times 100 \%$

b. Berat Isi Gembur dan Berat Isi Padat Agregat Kasar

Tujuannya adalah untuk mengetahui berat isi gembur dan berat isi padat agregat kasar.

Adapun langkah kerjanya :

a. Untuk berat isi gembur

Masukkan agregat ke dalam bejana silinder sampai jenuh dan ratakan kemudian ditimbang. Ulangi pekerjaan tersebut sampai 3 kali sehari kemudian berat rata-ratanya.

b. Untuk berat isi padat

Masukkan agregat ke dalam silinder sebanyak 3 lapis, setiap lapis ditumbuk sebanyak 10 kali. Tambahkan agregat ke dalam bejana sampai penuh tanpa ditumbuk dan ratakan ditimbang. Ulangi pekerjaan tersebut sampai 3 kali dan ambil berapa rata-ratanya.

c. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung pada agregat kasar.

Adapun langkah kerjanya :

- Timbang berat agregat + cawan (W_1)
- Kemudian cuci agregat sampai airnya bening
- Setelah itu di oven hingga kering atau mencapai berat konstanta (W_2)
- Kadar Lumpur = $(W_1 - W_2) / W_2$

d. Kadar Air Agregat Kasar

Tujuannya adalah untuk menentukan persentase air yang terkandung pada agregat kasar.

Adapun langkah kerjanya antara lain :

- Timbang berat cawan (W_1)
- Masukkan benda uji ke dalam cawan dan timbang beratnya (W_2)
- Hitung berta benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)
- Hitung berat benda uji berikut cawan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya konstan.
- Timbang berat cawan dan benda uji (W_4)
- Hitung berat benda uji kering oven ($W_5 = W_4 - W_1$)
- Kadar air = $(W_3 - W_5) / W_5$

5. Analisa Ayak Agregat Kasar

Adapun langkah kerjanya antara lain :

- Timbang berat benda uji sebanyak 3000 gram

- Ayak benda uji tersebut dengan susunan ayakan sebagai berikut : 63 mm; 31,5 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; 0,063 mm; pan. Sebelum dilakukan pengayakan terlebih dahulu ayakan atau saringan ditimbang dan setelah itu dilakukan pengayakan.
- Pengayakan ini dilakukan selama 15 menit.
- Timbang agregat + ayakan untuk menghitung berat agregat tertahan di atas masing-masing lubang ayakan.
- Hitung Persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing lubang ayakan terhadap berat total.
- Masukkan persentase lolos kumulatif ke dalam grafik butiran agregat kasar.

D. Pemeriksaan limbah pecahan genteng beton

Pada penelitian ini material pengganti agregat kasar yang digunakan adalah limbah pecahan genteng yang dipotong – potong dengan ukuran 2 cm sampai 3 cm dengan desain pengganti agregat kasar 5%, 15%, 25%, 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 16,9 MPa (K.200).

Dengan langkah kerja sebagai berikut:

- Menentukan karakteristik kuat tekan yang diisyaratkan diambil 16,9 MPa atau 200 kg/cm² pada umur 28 hari dengan jumlah cacat 5 % dari banyak sample.
- Menentukan deviasi standar (s) dengan melihat tabel.
- Nilai tambah (margin) menggunakan rumus = $k \times s$
- Menghitung kekuatan rata-rata yang akan dicapai dengan menjumlahkan hasil nomor 1 + 3
- Menetapkan jenis semen yang digunakan adalah semen Portland type I
- Menetapkan jenis agregat yang dipakai adalah :
 - Agregat Halus : alami
 - Agregat Kasar : alami / batu pecah
- Faktor air semen ditentukan dengan berpedoman pada grafik 1 dan 2

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 beton dihitung dari perbandingan air dengan factor air semen (no 11 / no 7) .
13. Kadar semen maksimum tidak ditentukan jadi dapat diabaikan
14. Kadar semen minimum ditetapkan 275 kg / m³
15. Susunan besar butir agregat disesuaikan dengan analisa saringan yang ditentukan
16. Persentase agregat halus diperoleh dari perbandingan gabungan antara agregat halus dan kasar
17. Berat jenis 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 (16) x kadar agregat gabungan (no 19)
21. Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan (19) dikurangi kadar agregat halus (20)

Dari langkah no.1 sampai no.21, didapat susunan campuran beton teoritis untuk tiap 1 m³ yaitu diperlukan semen sebanyak (no.12), 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 di lapangan tidak jenuh kering permukaan harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya.

1. Pengujian Slump

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut terpancung dan pelat dibasahi dengan kain basah
2. Letakkan kerucut terpancung di atas pelat.
3. Isilah kerucut terpancung sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan, setiap 25 kali tumbukkan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Segera 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 ke atas secara tegak lurus.
6. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan penurunan benda uji terhadap puncak kerucut terpancung.

Perhitungan : Besar Slump = Tinggi Penurunan Benda Uji

2. Pengujian Berat Isi Beton

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Basahi takaran volume campuran beton segar dengan air
2. Tuangkan campuran beton segar ke dalam takaran tersebut sampai penuh dalam 3 lapisan,tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi takaran tersebut. Setiap lapis dipadatkan dengan 25 tumbukkan secara merata .Pada pemadatan,tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapis.
3. Bersihkan bibir takaran dari campuran beton yang menempel, kemudian timbang.
4. Buang campuran beton segar dari takaran kemudian dibersihkan.
5. Timbang takaran dalam keadaan kosong.

Perhitungan :

Berat Beton Segar + Berat Takaran berisi Beton Segar – Berat Takaran (silinder)

Volume takaran = Volume silinder

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot t \dots\dots\dots 3.1.$$

Berat isi BetonSegar =
Berat beton segar (kg)

$$\frac{\text{Berat beton segar (kg)}}{\text{Volume takaran(silinder) m}^3}$$

3. Pembuatan Benda Uji

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung proporsi bahan campuran sesuai dengan mix design
2. Menyiapkan masing-masing bahan campuran sesuai berat proporsi
3. Masukkan semen dan agregat ke dalam bak aduk kemudian aduk hingga tercampur rata.
4. Masukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diaduk sampai keseluruhan air yang telah dihitung habis.
5. Pengadukan dilakukan sampai adukan beton homogen.

4. Perawatan Benda Uji

Setelah beton mengeras atau beton tersebut berumur 1×24 jam, beton dibuka dari cetakan. Pada saat membuka cetakan usahakan tidak ada getaran yang dapat mengganggu proses pengerasan dan pengikatan beton. Setelah beton dibuka dari cetakan kemudian beton tersebut direndamkan dalam air selama umur beton yang diperhitungkan. Perendaman ini bertujuan untuk membantu proses pengerasan beton tersebut. Pada proses perendaman berfungsi untuk mengisi rongga-rongga yang ada pada beton, air beraksi dengan semen sehingga tidak ada rongga / pori yang belum terisi benar oleh adukan maka reaksi dari semen dan air tersebut akan menutup pori tersebut. Dengan perendaman ini maka diharapkan kekuatan yang ditargetkan dapat dicapai. pada perendaman ini juga dijaga agar jangan sampai beton mengalami getaran / gangguan yang dapat mengganggu pengerasan.

5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton mengalami masa perendaman atau pemeliharaan, jika sudah mencapai umur yang direncanakan maka beton tersebut harus diangkat dari perendaman. Setelah itu kubus beton dikeringkan dari air kemudian ditimbang untuk mengetahui berat isi dari beton keras, kemudian setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton yang telah mencapai umur yang direncanakan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan yang dicapai beton tersebut pada umur tertentu apakah hasilnya

sesuai dengan yang direncanakan sesuai dengan proporsi yang dicampurkan. Pengujian kuat tekan dilakukan sampai beton tersebut tidak mampu lagi memikul beban yang diberikan oleh mesin penguji kuat tekan. Jika sudah didapat hasil dari pengujian kuat tekan maka langkah selanjutnya tinggal menganalisis beberapa kuat tekan yang didapat dari proporsi yang direncanakan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

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.

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium, didapat data – data seperti disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Berat isi gembur dan padat agregat halus

Kegiatan	I		II		III	
	Gembur	Padat	Gembur	Padat	Gembur	Padat
A <i>Volume silinder</i>	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13	1893,13
B <i>Berat silinder</i>	855	855	855	855	855	855
C <i>Berat Benda Uji</i>	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 isi gembur = 1,091 gr/cm ³ - Berat isi padat = 1,269 gr/cm ³						

Sumber : Hasil penelitian

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	

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

Sumber : Hasil penelitian

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%	

Sumber : Hasil penelitian

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+aggregate sebelum dicuci (kering)	1736	1987
D	Berat Cawan+aggregate sebelum dicuci (di oven)	1729	1978
Kadar lumpur : $\frac{(C - B) - (D - B)}{(D - B)}$		0,705%	0,908%
Kadar lumpur rata - rata = 0,807%			

Sumber : Hasil penelitian

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+aggregate sebelum dicuci (kering)	3815	3824,50
D	Berat Cawan+aggregate sebelum dicuci (di oven)	3616	3624,50
Kadar Lumpur : $\frac{(C - A) - (D - A)}{(D - A)}$		7,11%	7,14%
Kadar air rata - rata = 7,13%			

Sumber : Hasil penelitian

B. Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 4.6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W_1)	739	880
Berat cawan + Benda uji (W_2)	1511	1731
Berat benda uji ($W_3=W_2 - W_1$)	772	851
Berat cawan + Benda uji kering oven (W_4)	1484	1700
Berat benda uji kering oven ($W_5=W_4 - W_1$)	745	820
Kadar air agregat = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100 \%$	3,624%	3,780%
	Rata - rata = 3,702%	

Sumber : Hasil penelitian

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

Tabel 4.7. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W_1)	740	747
Berat cawan + Benda uji (W_2)	1492	1401
Berat benda uji ($W_3=W_2 - W_1$)	752	654
Berat cawan + Benda uji kering oven (W_4)	1467	1381
Berat benda uji kering oven ($W_5=W_4 - W_1$)	727	634
Kadar air agregat = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100 \%$	3,438%	3,155%
	Rata - rata = 3,297%	

Sumber : Hasil penelitian

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

Tabel 4.8. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat benda uji jenuh permukaan kering (B_j)	500	500
Berat benda uji kering oven (B_k)	485	494
Berat piknometer + air (W_2)	1198	1200

Berat piknometer + Benda uji + air (W_1)	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%	

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.9. Pemeriksaan Berat Isi Gembur Agregat kasar

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W_1)	854	2211
Berat cawan + Benda uji (W_2)	3212	5567
Berat benda uji ($W_3=W_2 - W_1$)	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 ³	

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.10. Pemeriksaan Berat Isi Padat Agregat kasar

Pemeriksaan	I (gram)	II (gram)
Berat cawan (W_1)	854	2211
Berat cawan + Benda uji (W_2)	3516	6038
Berat benda uji ($W_3=W_2 - W_1$)	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 ³	

Sumber : Hasil penelitian

Dari hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar, didapatkan berat isi agregat kasar rata – rata untuk keadaan gembur = 1,37 gr / cm³, sedangkan untuk berat isi agregat kasar rata – rata untuk keadaan padat = 1,55 gr / cm³

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
Jumlah	3000	100	877,36	
$Angka\ Kehalusan = \frac{Total\ \% \ kumulatif\ tertahan}{100} = \frac{877,36}{100} = 8,77$				

Sumber : Hasil penelitian

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 ³
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm ³
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 ³
2	Berat Isi Padat	1,55 kg / cm ³
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

C. Koreksi Campuran Beton Normal
Tabel 4.14. koreksi campuran

Uraian	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Koral (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Total
Bahan campuran untuk 1m ³ beton	352	731	1031	215	2.329
Kadar air (%)	-	7,131	1,069	-	-
Penyerapan agregat (%)	-	2,775	1,715	-	-
Air bebas agregat (%)	-	4,356	-0,646	-	-
Air bebas × bebas agregat (kg)	-	19,250	-8,125	-	-
Total	352	404,512	3.806,229	215	2.329

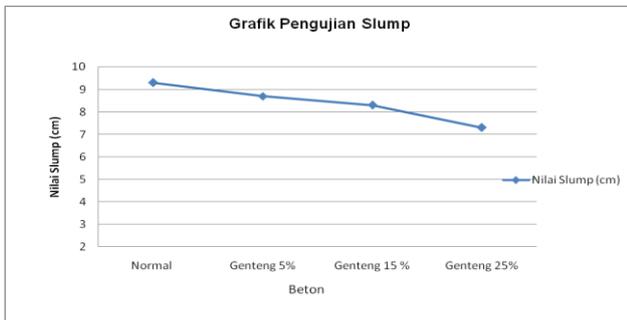
D. Hasil pengujian slump beton

Adapun hasil pengujian slump beton dapat dilihat pada tabel 4.15. berikut :

Tabel 4.15. Nilai pengujian slump

Beton	Nilai slump (cm)
Normal	9,3
Pengganti Agregat Kasar 5%	8,7
Pengganti Agregat Kasar 15%	8,3
Pengganti Agregat Kasar 25%	7,3

Sumber : Hasil penelitian



Grafik 4.1. Pengujian Slump

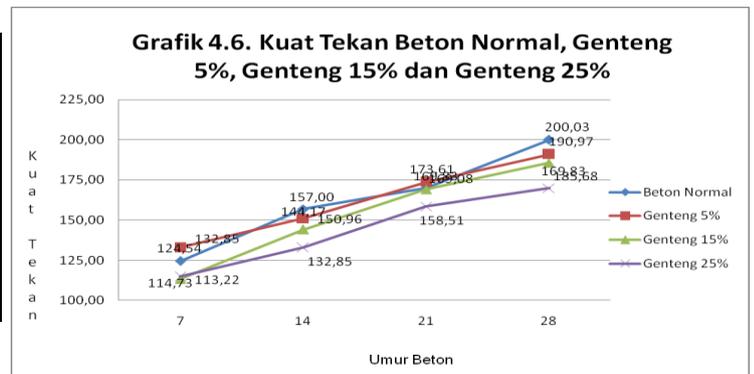
Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan material pecahan genteng Beton sebagai bahan pengganti agregat kasar 5%, 15%, 25% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

E. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 4.21. Rekapitulasi Evaluasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan material pengganti agregat kasar 0%, 5%, 15% dan 25% pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari

Perlakuan Beton	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)			
	Umur Beton 7 Hari	Umur Beton 14 Hari	Umur Beton 21 Hari	Umur Beton 28 Hari
16,9 MPa (K.200)				
Beton Normal	124,54	157,00	169,83	200,03
Material Pengganti Agregat Kasar 5%	132,85	150,96	173,61	190,97
Material Pengganti Agregat Kasar 15%	113,22	144,17	169,08	185,68
Material Pengganti Agregat Kasar 25%	114,73	132,85	158,51	169,83

Sumber : Hasil uji Laboratorium



5. PENUTUP

A. Kesimpulan

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

- Nilai slump yang di dapat dengan bahan material limbah pecahan genteng beton sebagai bahan pengganti agregat kasar 5%, 15%, 25% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur 28 hari didapat kuat tekan 200,03,93 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah pecahan genteng atau material pengganti agregat kasar 5% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 190,77 kg/cm².
- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah

pecahan genteng atau material pengganti agregat kasar 15% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 185,68 kg/cm².

- Nilai evaluasi kuat tekan yang dicapai oleh beton dengan menggunakan limbah pecahan genteng atau material pengganti agregat kasar 25% kuat tekan pada umur 28 hari didapat 169,83 kg/cm².

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis mempunyai saran yang mungkin dapat berguna bagi penelitian 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

- [1] Departemen Perindustrian, Jakarta, 1975 SII 78-75.
- [2] Departemen Perindustrian, Jakarta, 1981 SII 456-81.
- [3]. SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran. Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum.
- [4]. Pedoman Pengerjaan Beton/Ing R. Sagel; Ing, P. Kole; Gideon H. Kusuma, Jakarta Erlangga, 1993.
- [5]. Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia (PUBI-1982).
- [6]. Dipohusodo, I. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- [7]. Buku Ajar Teknologi Bahan II PEDC, Bandung 1987 : hal : 6-2.
- [8]. L.J. Murdock dan K.M Brook. *Bahan dan Praktek Beton* (TEDC Bandung CI CNS 0018, 1983:4.45)
- [9] Dept. Pekerjaan Umum, *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton* (SNI DT-91-0008-2007).

[10].SNI 03 – 2834-2000 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30

[11].Dep. Pekerjaan umum , Badan Penelitian dan Pengembangan PU, tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SKSNI , T- 15 – 1990 -03 Yayasan LPMB, Bandung , 1990.

[12].SNI 03 – 1974 – 1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton” Badan Standarisasi nasional (BSN) ICS 91.100.30