



**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GENTENG SEBAGAI  
PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP  
NILAI KUAT TEKAN BETON K-175  
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil  
Oleh :

**AHMAD MUNTHOHA  
NPM. 6516500005**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2023**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GENTENG  
SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT  
TEKAN BETON K-175”

NAMA PENULIS : AHMAD MUNTHOHA

NPM : 6516500005

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang  
dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti  
Tegal.

Hari : Selasa

Tanggal : 1 Agustus 2023

**Dosen Pembimbing 1**



**Teguh Haris Santoso, ST., MT.**  
NIPY. 2466451973

**Dosen Pembimbing 2**



**Okky Hendra H., ST., MT.**  
NIPY. 24461531983

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari :

Tanggal :

### Ketua Sidang

Rusnoto, ST.,M.Eng..  
NIPY. 14054121974

Anggota I

Nadya Safira, ST.,MT.  
NIPY, 30161841998 Anggota II

Anggota II

Teguh Haris Santoso. ST.,MT.  
NIPY, 2466451973

Anggota III

Okky Hendra Hermawan, ST.,MT.  
NIPY, 24461531983

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



(Dr. Agus Wibowo, ST.,MT)  
NIPY. 126518101972

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GENTENG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON K-175”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak akan melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal, 1 Agustus 2023  
yang membuat pernyataan



Ahmad Munthoha  
NPM. 6516500005

## **MOTTO**

1. Jangan Terlalu Bergantung Pada Siapa pun di Dunia ini, Karena Bayanganmu saja akan Meninggalkanmu di saat Gelap. (Ibnu Taimiyah).
2. Jika Kamu tidak Tahan Terhadap Penatnya Belajar, maka Kamu akan Menanggung Pedihnya Kebodohan. (Imam Syafi'i)
3. Jangan hanya Menghitung apa yang telah Hilang, tetapi Pikirkan apa yang Masih Kita Miliki. (Jinbe One Piece)
4. Kesabaranmu saat tidak memiliki Apa – apa, Sikapmu saat memiliki Segalanya. (Penulis)

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. **Kedua Orangtua**

Yang selalu dan selalu ikhlas berdoa untuk keberhasilanku dengan cinta dan kasih.

2. **Istri Tercinta**

Terimakasih untuk Hari-hari yang penuh Cinta, Semoga selalu bersemi hingga Akhir Hayat nanti.

3. **Teman-teman .**

Kalian bagian dari Diriku yang selalu Aku butuhkan.

4. **Dan Almamaterku**

Universitas Pancasakti Tegal(UPS)

## PERAKATA

Segala puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH GENTENG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON K-175” Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak mungkin selesai tanpa mendapat bantuan, dorongan, bimbingan, arahan dan do'a dari berbagai pihak, baik moril maupun material, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya, terutama kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Keempat orang tuaku tersayang, Bapak Alimudin, Bapak Handoyo, Ibu Sri Asih dan Ibu Siti Robiah
3. Istriku Tercinta, Carryna Handoyo
4. Anaku tersayang, Muhammad Zafran Labib
5. Saudaraku, Wahyu Rohman, Jaka Mandera
6. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT, selaku Kaprodi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing II.
7. Bapak Teguh Haris Santoso, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Panca Sakti Tegal.
9. Mahasiswa Semester XIV Fakultas Teknik Sipil Kelas C.
10. Seluruh Karyawan PT.NHR yang selalu memberikan saran dan bimbingan khususnya team Laboratorium Batching Plant yang mengizinkan tempat untuk penelitian ini (Bapak Mahfud) yang selalu membimbing penelitian.

11. Semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis telah mencoba membuat laporan ini sesempurna mungkin sesuai dengan kemampuan penulis, namun demikian masih ada kekurangan yang dimiliki penulis, untuk itu mohon maaf atas kekhilafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Tegal, 1 Agustus 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ahmad Munthoha', written in a cursive style.

Ahmad Munthoha

## ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “(Pengaruh Penggunaan Limbah Genteng Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton K-175)” Skripsi ini ditulis oleh AHMAD MUNTHOHA, NPM 6516500005.2023 Prodi teknik sipil universitas pancasakti tegal, Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian diikat semen bercampur air. dengan ini penggunaan beton yang semakin tinggi membuat kebutuhan akan produksi beton pun meningkat. tak hanya itu, dengan kebutuhan akan beton yang tinggi dalam dunia konstruksi membuat penggunaan akan agregat sebagai bahan penunjang beton pun semakin meningkat pula.

Tujuan penulisan inovasi limbah genteng sebagai agregat kasar pada beton adalah untuk mengetahui kualitas beton yang akan di hasilkan dengan inovasi limbah genteng sebagai agregat kasar.

Penelitian limbah genteng sebagai agregat kasar Pada beton mutu sedang terhadap nilai kuat tekan beton dan kuat tekan akan dilaksanakan di laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian, metode analisa data hasil pengujian laboratorium, uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut, penimbangan matrial menggunakan neraca, Penyaringan agregat menggunakan batu yang di tentukan SNI, Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur pada agregat kasar dan agregat halus, pengujian berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump, pengujian nilai kuat tekan dengan benda uji kubus SNI

Proporsi campuran yang berbeda bertujuan untuk mencari proporsi varian yang mampu menghasilkan nilai kuat tekan terbaik. beberapa varian yang di buat antara lain varian matrial murni 50% matrial limbah 50%, Penggunaan varian murni 20% dan limbah 80% untuk beton mutu K tidak dapat mencapai mutu yang direncanakan sesuai dengan pada job mix beton.

**Kata Kunci:** Beton, Agregat Kasar Limbah Genteng

## ABSTRACT

*This thesis is entitled "(The Effect of Using Tile Waste as a Partial Substitute for Coarse Aggregate on the Compressive Strength of Concrete K-175)" This thesis was written by AHMAD MUNTHOHA, NPM 6516500005.2023 Civil Engineering Study Program, Pancasakti University of Tegal, Concrete is a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate, and water, with no added admixtures forming a solid mass. In a general sense, concrete means a mixture of building materials in the form of sand and gravel or coral, which is then bound with cement mixed with water. With this the higher use of concrete makes the need for concrete production also increase. Not only that, with the high demand for concrete in the world of construction, the use of aggregate as a supporting material for concrete is also increasing.*

*The purpose of writing tile waste innovation as coarse aggregate in concrete is to determine the quality of the concrete that will be produced with tile waste innovation as coarse aggregate.*

*Research on tile waste as coarse aggregate in medium quality concrete on concrete compressive strength and compressive strength will be carried out in the laboratory of PT. Nisajana Hasna Rizqy - Tegal Regency as a place and means of supporting the research, methods of analyzing data from laboratory test results, laboratory tests carried out are as follows, weighing the material using a balance, filtering aggregate using stones specified by SNI, testing specific gravity and absorption, bulk density, as well as silt content in coarse and fine aggregates, testing of unit weight, volume of mixed production and air content of concrete with slump test, testing of compressive strength values with SNI cube specimens*

*The different proportions of the mixture aim to find the proportion of the variant that is capable of producing the best compressive strength values. Several variants were made including variants of 50% pure material 50% waste material, using 20% pure variant and 80% waste for K quality concrete could not reach planned quality in accordance with the concrete job mix.*

*Keywords: Concrete, Coarse Aggregate of Tile Waste*

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4

F. Sistematika Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Landasan Teori.....	7
B. Material Penyusun Beton.....	11
C. Tinjauan Pustaka .....	35
BAB III METODE PENELITIAN .....	40
A. Metode Penelitian.....	40
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
C. Sampel Dan Teknik Pengambilan Sampel .....	44
D. Metode Pengumpulan Data.....	44
E. Metode Analisa Data .....	50
F. Spesimen Pengujian .....	54
G. Diagram Alur Penelitian.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	63
A. Hasil Penelitian .....	63
BAB V PENUTUP .....	84
A. Kesimpulan .....	84
B. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

<b>GAMBAR</b>	<b>Hal</b>
Gambar 3.1. Grafik Kuat Tekan Beton .....	50
Gambar 4.1. Grafik Gradasi Agregat Pasir Muntilan.....	68
Gambar 4.2. Grafik Gradasi Agregat Kasar Murni 2-1 .....	70
Gambar 4.3. Grafik Gradasi Agregat Kasar Limbah 2-1 .....	71
Gambar 4.4. Grafik Kebutuhan Bahan Matrial Murni 50% dan Limbah 50% untuk 1 m <sup>3</sup> .....	78
Gambar 4.5. Grafik Kebutuhan Bahan Matrial Murni 20% dan Limbah 80% Untuk 1M <sup>3</sup> .....	79
Gambar 4.6. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	81
Gambar 4.7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	82
Gambar 4.8. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	83

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
Tabel 2.1. Jenis-jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya .....	9
Tabel 2.2. Jenis –jenis beton ringan menurut Dobrowlski (1998) dan Neville and Brooks (1997).....	10
Tabel 2.3. Syarat fisika semen Portland komposit .....	12
Tabel 2.4. Batas Gradiasi Agregat Kasar .....	19
Tabel 2.5. Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar Benda Uji.....	25
Tabel 2.6. Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan.....	26
Tabel 2.7. Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara.....	28
Tabel 2.8. Rasio Maksimum yang Disarankan (dengan Superplasticizer) .....	29
Tabel 2.9. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan .....	30
Tabel 3.1. Pengujian Material .....	46
Tabel 3.2. Kadar Lumpur Agregat.....	46
Tabel 3.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah .....	46
Tabel 3.4. Berat Isi Agregat Halus .....	47
Tabel 3.5. Berat Isi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah.....	47
Tabel 3.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus .....	47
Tabel 3.7. Uji Gradasi Agregat Halus.....	48

Tabel 3.8. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah .....	48
Tabel 3.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Split Murni Dan Split Limbah .....	49
Tabel 1.10. Kuat Tekan Beton.....	49
Tabel 4.1. Kadar Lumpur Agregat Pasir Muntitan.....	63
Tabel 4.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1 .....	64
Tabel 4.4. Kadar Lumpur Agregat Kasar Limbah Genteng Split 2-1 .....	64
Tabel 4.5. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Pasir Eks Muntitan.....	65
Tabel 4.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	66
Tabel 4.7. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Limbah Genteng .....	66
Tabel 4.8. Uji Gradasi Agregat Pasir Eks Muntitan .....	67
Tabel 4.9. Uji Gradasi Agregat Kasar Murni 2-1 .....	69
Tabel 4.10. Uji Gradasi Agregat Kasar Limbah Genteng 2-1.....	70
Tabel 4.11. Job Mix Design Varian 1 Agregat Kasar Limbah Genteng 50%-Murni 50% .....	72
Tabel 4.12. Job Mix Design Varian 2 Agregat Kasar Limbah Genteng 80%-Murni 20% .....	75
Tabel 4.13. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari.....	80
Tabel 4.14. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari.....	81
Tabel 4.15. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.....	82
Tabel 5.1. Rekap Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	84

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.

Lampiran 2. Hasil Kuat Tekan Beton

Lampiran 3. Surat Keterangan Laboratorium

## ARTI LAMBANG SATUAN DAN SINGKATAN

mm : mili meter

cm : centi meter

SNI : Standar Nasional Indonesia

FAS : Faktor Air Semen

Ø : diameter

*SSD* : *Saturated Surface Dry*

SDA : Sumber Daya Alam

*HSC* : *High Strength Soncrete*

MPa : Mega Pascal

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian diikat semen bercampur air. dengan ini penggunaan beton yang semakin tinggi membuat kebutuhan akan produksi beton pun meningkat. Tak hanya itu, dengan kebutuhan akan beton yang tinggi dalam dunia konstruksi membuat penggunaan akan agregat sebagai bahan penunjang beton pun semakin meningkat pula.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi,dll.

Komposisi bahan dalam pembuatan beton yang biasa digunakan adalah 1:2:3 yaitu, 1 untuk volume semen, 2 untuk volume pasir atau agregat halus, dan 3 untuk volume krikil atau agregat kasar.

Beton memiliki sifat-sifat yang menguntungkan terhadap api,awet,kuat tekan yang tinggi dan dalam pelaksanaannya mudah untuk di bentuk sesuai dengan yang kita inginkan.

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi begitu diminati karena keunggulan yang ditawarkan oleh beton salah satunya adalah untuk menopang

pembebanan konstruksi. Dalam penggunaannya beton memiliki sifat lebih fleksibel. Karena beton dapat dibentuk sesuai dengan bentuk struktur yang sudah ditentukan. Selain itu kekuatan beton juga beragam tergantung dari berapa kekuatan yang dibutuhkan untuk struktur. Pemeliharaan maupun pengaplikasiannya di beragam medan tembus yang mudah, serta harga dari beton yang masih relatif terjangkau.

Dapat di bentuk sesuai keinginan ,mampu memikul beban tekan yang berat ,tahan terhadap temperatur tinggi ,biaya pemeliharaan rendah/kecil.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba meneliti penggunaan agregat kasar pada beton dengan pemanfaatan hasil dari limbah genteng yang keberadaannya banyak di proyek rehabilitas pasar sengon tanjung brebes. Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari apakah limbah genteng bisa di daur ulang sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian limbah agregat kasar layak untuk dijadikan sebagai bahan agregat kasar untuk beton mutu sedang. Dengan harapan jika material limbah agregat kasar tersebut dapat dijadikan sebagai material rujukan yang layak untuk dijadikan sebagai agregat kasar untuk beton mutu sedang. Sehingga penggunaan material limbah genteng sebagai agregat kasar dapat dijadikan sebagai material alternatif untuk memenuhi kebutuhan produksi beton untuk wilayah Kabupaten Tegal, Brebes dan sekitarnya.

## **B. Batasan Masalah**

1. Mencari kuat tekan beton dengan campuran limbah genteng sebagai agregat kasar pada beton dengan varian penggunaan limbah 50% dan 80%.
2. Beton yang akan dibuat adalah beton mutu sedang. Dengan mutu beton yang direncanakan adalah K 175.
3. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 2 dengan merk Gresik.
4. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar dari limbah genteng exs pasar sengon kab. Brebes
5. Agregat kasar yang digunakan sebagai campuran adalah Genteng Jatiwangi.
6. Agregat halus yang akan digunakan sebagai campuran adalah pasir dari muntilan dengan ukuran maksimum 1,2 mm.
7. Faktor air semen yang digunakan adalah rentang 0,2-0,5 % (SNI 03-6468-2000).
8. Metode pembuatan benda uji menggunakan kubus 15 cm x 15 cm.
9. Uji *slump test* pada beton segar  $10 \pm 2$
10. Uji kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
11. Kadar lumpur agregat halus 15% dari quari/tambang manual.
12. Kadar Lumpur agregat kasar 2,5 %

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana kuat tekan yang di hasilkan dengan inovasi beton dengan campuran limbah genteng sebagai agregat kasar pada beton.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah genteng dengan proporsi masing-masing varian agregat kasar sebanyak 50% dan 80% sebagai agregat kasar pada beton mutu sedang.

### **D. Tujuan Penulisan**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah genteng pada karakteristik kuat tekan pada beton.
2. Untuk menganalisa pengaruh substitusi limbah genteng terhadap penurunan biaya produksi beton normal .

### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti Hasil penelitian ini dapat dipergunakan untuk menerapkan Ilmu Pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan dan menambah pengalaman serta menambah wawasan dalam bidang penelitian ilmiah.
2. Bagi Industri Memberikan alternatif penggunaan agregat kasar limbah genteng sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.
3. Bagi akademis Hasil penelitian ini dapat menambah pembendaharaan perpustakaan sehingga dapat diperluas ilmu pengetahuan khususnya dibidang teknologi bahan sekaligus sebagai bahan informasi untuk diteliti lebih lanjut.

#### **F. Sistematika Penelitian**

Sistematika penulisan tugas akhir sebagai berikut :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini akan diuraikan latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini akan diuraikan hasil penelitian yang berhubungan dengan teori-teori dasar yang selanjutnya akan digunakan dalam penelitian.

##### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini akan diuraikan metodologi penelitian, waktu dan tempat penelitian, sampel dan teknik pengambilan sampel, variabel penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, serta diagram alur penelitian.

#### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya dalam proses data.

#### BAB V PENUTUP

Dalam bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran terkait Analisa pemanfaatan dari hasil penelitian skripsi.

#### DAFTAR ISI

Berisi dari sumber-sumber berupa jurnal dan literatur yang digunakan untuk menyusun skripsi.

#### LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran berupa tabel hasil pengujian material bahan, gambar hasil pembuatan benda uji, gambar hasil uji kuat tekan dan gambar berat beton dan lembar bimbingan skripsi dsb.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Genteng**

Genteng adalah salah satu komponen dari atap yang menutupi permukaan bagian atas bangunan yang terdiri dari bagian-bagian yang tersusun saling bertindih (*overlapping*). Genteng dapat dibuat dalam bentuk dan cara pemasangan yang bervariasi, namun bentuk genteng yang paling umum digunakan adalah segi empat. Genteng dapat dibuat dari berbagai jenis bahan seperti tanah liat, kayu, batu, aspal, serat, plastik, asbes, beton, kaca dan logam. Genteng merupakan salah satu unsur penting dalam sebuah bangunan, selain itu pemilihan jenis genteng yang tepat mampu memberikan kesan yang lebih artistik pada bangunan. Menurut Zacoeb dkk (2013) genteng adalah salah satu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap agar bangunan tidak terkena air hujan, panas matahari, angin, dan lainnya.

##### **2. Limbah Genteng**

Limbah genteng adalah salah satu limbah yang dihasilkan dari reruntuhan bangunan. Genteng dihasilkan dari tanah liat dan tanah lempung yang mengalami proses pengerasan melalui pembakaran pada temperature suhu yang tinggi dan menggunakan limbah genteng bekas sebagai alternative agregat kasar pada beton .Dengan menggunakan limbah

genteng bekas dalam penelitian ini bermaksud memberdayakan sumber daya lokal yang berupa pemanfaatan limbah atau barang yang tidak digunakan lagi dapat dialih fungsikan sebagai bahan yang dapat bernilai ekonomis bagi masyarakat.

### 3. Beton

Beton mutu sedang adalah beton dengan nilai kuat tekan melebihi kuat tekan beton mutu sedang. Beton mutu sedang *MSC (medium strength concrete)* dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan dengan beton dengan kuat tekan 21 - 40 MPa. Benda uji yang digunakan untuk uji mutu kuat tekan beton adalah kubus dengan ukuran 15 x 15 cm pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pembuatan cetakan benda uji menggunakan baja (SNI 03-2493-1991). (SNI 03-6468-2000, 2000)

- a. Umum Menurut SNI-03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.
- b. Beton Ringan Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis yang lebih kecil dari beton normal. Pada dasarnya, semua jenis beton ringan dibuat dengan kandungan rongga dalam beton dengan

jumlah besar. Menurut SNI-032847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m. Beton Ringan dapat di bedakan menjadi 3 jenis sebagai berikut.;1. Beton agregat ringan. 2. Beton busa.

- c. Beton tanpa agregat halus (non pasir). Menurut Tjokrodinuljo (2003), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis beton antara 1000-2000 kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok seperti yang ditunjukkan dalam Tabel .

**Tabel 2.1.** Jenis-jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	<1000	Non Struktur
Beton Ringan	1000-2000	Struktur Ringan
Beton Normal	2300-2500	Struktur
Beton Berat	>3000	Perisai sinar X

Sumber: Tjokrodinuljo , K (2003)

Menurut SK SNI 03-3449-2002 beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan beton dengan berat jenis di bawah 1850 kg/m<sup>3</sup> dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belabeton ringan dengan tujuan structural kuat tekan minimum 17,24 MPa dan maksimum 41,36 MPa. Sedangkan beton

isolasi adalah beton ringan yang mempunyai berat isi kering oven maksimum 1440 kg/m<sup>3</sup>. Dengan kuat tekan maksimum 17,24 MPa dan kuat tekan minimumnya adalah 6,68 MPa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Jenis –jenis beton ringan menurut Dobrowlski (1998) dan Neville and Brooks (1997)

Sumber	Jenis Beton Ringan	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
	Beton dengan berat jenis rendah (Low Density Concretes)	240-800	0,35-6,9
	Beton ringan dengan kekuatan menengah (Moderates –Strength Lightweight Concrates)	800-1440	6,9-17,3
	Beton ringan struktur (Structural Lightweight Conrates)	1440-1900	>17,3
	Beton ringan panahan panas (Insulating Conrates)	<800	0,7-7
	Beton ringan untuk pemasangan Batu (Masonry Conrates)	500-800	7-14
	Beton ringan struktur (Structural Lightweight Concrates)	1400-1800	>17

## B. Material Penyusun Beton

## 1. Portland Cement Composite

Semen (menurut Standar BS EN 1971:2011) merupakan bahan pengikat hidrolik, yaitu bahan anorganik yang ditumbuk halus dan ketika bercampur dengan air, dengan menggunakan reaksi dan proses hidrasi membentuk pasta yang mengikat dan mengeras, setelah mengeras, tetap mempertahankan kekuatan dan stabilitasnya meskipun di dalam air.

Semen PCC atau Portland Composite Cement atau Semen Portland Composite, adalah semen Portland yang masuk kedalam kategori Belended Cement atau semen campur. Semen campur ini dibuat atau didesign karena dibutuhkannya sifat-sifat tertentu yang mana sifat tersebut tidak dimiliki oleh semen portland tipe I. Untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu pada semen campur maka pada proses pembuatannya ditambahkan bahan aditif seperti Pozzolan, Fly ash, silica fume dll.

Menurut SNI 15-7064-2004 definisi Semen Portland Komposit, adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gyps dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur Tinggi (Blast Furnace Slag), pozzolan, senyawa silicat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6 % – 35 % dari massa semen Portland komposit.

Syarat kimia untuk semen Portland komposit, kandungan SO<sub>3</sub> maksimum 4%, komposisi kimia yang lain sama dengan komposisi kimia semen Portland. Berdasarkan SNI 15-2049-2004 tentang semen portland.

Sedangkan syarat fisika semen Portland komposit dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3.** Syarat fisika semen Portland komposit

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	Min.280
2.	Kekekalan bentuk dengan autoclave:		
	-Pemuaian	%	Maks.0,8
	-Penyusutan	%	Maks.0,2
3.	Waktu pengikatan dengan alat vikat:		
	-Pengikatan awal	Menit	Min.45
	-Pengikatan akhir	Menit	Maks.375
4.	Kuat tekan:		
	-Umur 3 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Min.125
	-Umur 7 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Min.200
	-Umur 28 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Min.250
5.	Pengikatan semu:		
	-Penetrasi akhir	%	Min.50
6.	Kandungan udara dalam mortarm	%Volume	Maks.12

(Sumber : SNI 15-7064-2004)

Klinker semen Portland mengandung empat senyawa kimia utama, yang disebut dengan mineral-mineral klinker yaitu :

a. C<sub>3</sub>S atau 3CaO.SiO<sub>2</sub>disebut Trikalsium silikat

- b.  $C_2S$  atau  $2CaO.SiO_2$  disebut Dikalsium silikat
- c.  $C_3A$  atau  $3CaO.Al_2O_3$  disebut Trikalsium aluminat
- d.  $C_4AF$  atau  $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$  disebut Tetrakalsium aluminoferrit.

Semen portland dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu (Tjokrodinuljo,1992)

Tipe I : Untuk konstruksi biasa dimana sifat yang khusus tidak diperlukan.

Tipe IA : Semen air entraining yang penggunaannya sama dengan tipe I.

Tipe II : Untuk konstruksi biasa dimana diinginkan perlawanan terhadap sulfat atau panas dari hidrasi yang sedang.

Tipe IIA : Semen air entraining yang penggunaannya sama dengan tipe II.

Tipe III : untuk konstruksi dimana kekuatan permulaan yang tinggi diinginkan.

Tipe IIIA : semen air entraining yang penggunaannya sama dengan tipe III.

Tipe IV : untuk konstruksi dimana panas yang rendah dari hidrasi diinginkan.

Tipe V : untuk konstruksi dimana daya tahan tinggi terhadap sulfat diinginkan.

Sifat-sifat yang dimiliki Semen Portland Cement Composite:

- 1) Mempunyai panas hidrasi rendah sampai sedang
- 2) Tahan terhadap serangan sulfat
- 3) Kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatan akhir lebih tinggi

Ditinjau dari sifat yang dimiliki oleh Semen PCC maka semen tersebut dapat digunakan sebagai alternatif atau pengganti semen portland tip II,IV atau V.

## **2. Standard Acuan Semen PCC**

Standar acuan yang digunakan semen portland composite bersumber dari EN-197-1, European Standard CEM II Portland Composite Cement.

Menurut EN 197-1 Portland Composite Cement CEM II terbagi 2 yaitu :

- a. CEM II/A-M, komposisi semen ini terdiri dari, 80 –90 % klinker/terak, 6 –20 % bahan anorganik (Blast Furnace, silica fume, pozzolan, flyash, burn shale lime stone), 0 –5 % Bahan tambahan Minor (gypsum)
- b. CEM II/B-M, komposisi semen ini terdiri dari, 65 –79 % klinker/terak, 21 –35 % bahan anorganik (Blast Furnace, silica fume, pozzolan, flyash, burn shale lime stone), 0 –5 % Bahan tambahan Minor (gypsum)

## **3. Air**

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan agar bereaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai

bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut initial set (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut final set (akhir pengikatan). Waktu pengikatan adalah jangka waktu dari mulai mengikatnya semen setelah berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan bleeding. Hasil bleeding ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton.

Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

- a.** Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
- b.** Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
- c.** Penting untuk mencairkan bahan / material semen ke seluruh permukaan agregat.
- d.** Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
- e.** Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

#### **4. Agregat**

Agregat merupakan komponen utama beton. Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan komposit dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati 60%-75% volume beton. Sifat yang paling penting dalam agregat adalah kekuatan hancur dan berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah dan limbah marmer. Diisyaratkan dalam penggunaan agregat kasar ini sesuai dengan SII0052-1980 dan ASTM C33-90. Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

#### **5. Agregat halus**

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no.4). Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat halus menurut Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $\pm 2,2$ .
- b. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.

- c. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut: • Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12% • Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih besar dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci.
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder. Untuk itu, bila direndam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap daripada warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
- f. Susunan besar butir agregat halus harus memenuhi modulus kehalusan antara 1,5 –3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zona 1, 2, 3, dan 4 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
- 1) Sisa di atas ayakan 4,8 mm harus maksimum 2% berat

- 2) Sisa di atas ayakan 1,2 mm harus maksimum 10% berat
- 3) Sisa di atas ayakan 0,3 mm harus maksimum 15% berat
- 4) Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir dengan alkali harus negatif.
- 5) Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.
- 6) Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas (pasir pasang).

## **6. Agregat Kasar**

Langkah awal untuk mempersiapkan agregat kasar berupa batu pecah adalah dengan memisahkan butiran agregat berdasarkan ukuran butiran, dilakukan dengan pengayakan dengan menggunakan saringan. Setelah pemisahan butiran agregat kasar selesai, batu pecah dicuci untuk membuang kotoran yang melekat pada agregat agar dapat meningkatkan kualitas agregat. Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

- a.** Agregat kasar harus merupakan butiran keras dan tidak berpori.

Agregat kasar tidak boleh hancur karena adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula, sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.

- b.** Agregat kasar harus bersih dari unsur organik.

- c. Agregat tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.
- d. Agregat mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan lebih baik

**Tabel 2.4.** Batas Gradiasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

(Sumber : SNI03-2834-1993)

## 7. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan volume air. Dimana pengujian berat jenis yang ingin kita ketahui di sini terbagi menjadi 3 yaitu:

- a. Berat Jenis Kering (Bulk Specific Gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Dengan rumus yang digunakan yaitu ;

$$BJ \text{ Kering} = BJ \text{ Semu}$$

$$BJ \text{ Kering} = \frac{BJ \text{ Semu} - BJ \text{ Kering Permukaan}}{1 - BJ \text{ Kering Permukaan}} \dots \dots \dots (01)$$

- b. Berat Jenis Kering Permukaan/ SSD yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$BJ \text{ Kering Permukaan} = BJ \text{ Kering}$$

$$BJ \text{ Semu} = \frac{BJ \text{ Kering Permukaan}}{1 - BJ \text{ Kering Permukaan}} \dots \dots \dots (02)$$

- c. Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$BJ \text{ Semu} = \frac{BJ \text{ Kering}}{1 - BJ \text{ Kering Permukaan}}$$

$$BJ \text{ Kering} = \frac{BJ \text{ Semu} - BJ \text{ Kering Permukaan}}{1 - BJ \text{ Kering Permukaan}} \dots \dots \dots (03)$$

## 8. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras untuk menahan gaya tekan dalam setiap satu satuan luas permukaan beton. Secara teoritis, kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh kekuatan komponen-komponennya yaitu;

- a. Pasta semen,
- b. Volume rongga,
- c. Agregat,
- d. Interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat.

Dalam pelaksanaannya di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah:

- 1) Nilai faktor air semen. Untuk memperoleh beton yang mudah dikerjakan, diperlukan faktor air semen minimal 0,35. Jika terlalu banyak air yang digunakan, maka akan berakibat kualitas beton menjadi buruk. Jika nilai faktor air semen lebih dari 0,60, maka akan berakibat kualitas beton yang dihasilkan menjadi kurang baik.
- 2) Rasio agregat-semen. Pasta semen berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat, sehingga semakin besar rasio agregat-semen semakin buruk kualitas beton yang dihasilkan, karena kuantitas pasta semen yang menyelimuti agregat menjadi berkurang.

- 3) Derajat kepadatan. Semakin baik cara pemadatan beton segar, semakin baik pula kualitas yang dihasilkan. Pemadatan di lapangan biasa dilakukan dengan potongan besi tulangan  $\varnothing 16$  yang ditumpulkan, atau dengan alat bantu vibrator.
- 4) Umur beton. Semakin bertambah umur beton, semakin meningkat pula kuat tekan beton. Pada umumnya, pelaksanaan di lapangan, bekisting dapat dilepas setelah berumur 14 hari, dan dianggap mencapai kuat tekan 100% pada umur 28 hari.
- 5) Cara perawatan. Beton dirawat di laboratorium dengan cara perendaman, sedangkan di lapangan dilakukan dengan cara perawatan lembab (menutup beton dengan karung basah) selama 714 hari.
- 6) Jenis semen. Semen tipe I cenderung bereaksi lebih cepat daripada PPC. Semen tipe I akan mencapai kekuatan 100% pada umur 28 hari, sedangkan PPC diasumsikan mencapai kekuatan 100% pada umur 90 hari.
- 7) Jumlah semen. Semakin banyak jumlah semen yang digunakan, semakin baik kualitas beton yang dihasilkan, karena pasta semen yang berfungsi sebagai matriks pengikat jumlahnya cukup untuk menyelimuti luasan permukaan agregat yang digunakan.
- 8) Kualitas agregat yang meliputi:
  - a) gradasi
  - b) teksture permukaan

- c) bentuk
- d) kekuatan
- e) kekakuan
- f) ukuran maksimum agregat.

Prosedur pengujian kuat tekan beton di Indonesia dapat dilakukan dengan mengacu SNI : 03-1974-1990. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi:

- kondisi ujung benda uji,
- ukuran benda uji,
- rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat,
- rasio panjang terhadap diameter benda uji,
- kondisi kelembaban,
- suhu benda uji,
- arah pembebanan terhadap arah pengecoran,
- laju penambahan beban pada compression testing machine, dan
- bentuk geometri benda uji.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

## 9. Metode Pencampuran

Sesuai (SNI 03-6468-2000, 2000)

## 10. Tentukan Slump Dan Kekuatan Rata-Rata Yang Ditargetkan.

Slump untuk beton kekuatan tinggi tanpa *superplasticizer* dapat diambil sebesar 50-100 mm disesuaikan dengan kondisi pembetonan. *Slump* awal untuk beton kekuatan tinggi dengan *superplasticizer* dapat diambil sebesar 25-50 mm, kemudian sebelum dilaksanakan pengecoran di lapangan ditambah dengan *superplasticizer* sampai slump yang disyaratkan tercapai. Kuat tekan rata yang ditargetkan untuk proporsi campuran yang dirancang berdasarkan pengalaman di lapangan, diambil yang lebih besar dari pada persamaan (4) atau (5), sedangkan untuk proporsi campuran berdasarkan campuran coba laboratorium diambil sesuai persamaan (6).

Untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga hasil pengujian lapangan lebih tinggi dari kuat tekan rata-rata yang disyaratkan atau  $f_c'$ .

Proporsi campuran beton boleh memproporsikan campuran beton kekuatan tinggi berdasarkan pengalaman dilapangan berdasarkan pada kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}'$  yang kekuatannya lebih besar dari pada dua persamaan berikut:

$$f_{cr}' = f_c' + s \dots\dots\dots(4)$$

$$f_{cr}' = 0,90 f_c' + s \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

$f_{cr}'$  = kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (MPa).

$f_c'$  = kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa).

$s$  = deviasi standar

dalam hal produsen beton menentukan proporsi campuran berdasarkan campuran coba dilaboratorium, kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}'$  dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_{cr}' = \frac{f_c' + 9,66 \text{ MPa}}{0,90} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

$f_{cr}'$  = kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (MPa).

$f_c'$  = kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa).

**Tabel 2.5.** Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar Benda Uji

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f_c' < 21$	$f_{cr}' = f_c' + 7,0$
$21 \leq f_c' \leq 35$	$f_{cr}' = f_c' + 8,3$
$f_c' > 35$	$f_{cr}' = 1,10 f_c' + 5,0$

Sumber: (SNI 2847-2013, 2013)

**a. Ukuran Agregat Kasar**

Untuk kuat tekan rata-rata  $<62,1$  MPa, agregat kasar yang digunakan adalah agregat dengan ukuran maksimum 20-25 mm.

Ukuran kuat tekan rata-rata  $>62,1$  MPa, agregat kasar yg digunakan adalah agregat dengan ukuran maksimum 10-15 mm.

Ukuran agregat kasar maksimum sesuai SNI 03-2947-1992,

yaitu:

- 1) 1/5 lebar minimum acuan.
- 2) 1/3 tebal pelat beton.
- 3) 3/4 jarak bersih minimum antar batang tulangan, kabel prategang.

**b. Kadar Agregat Kasar Optimum**

Kadar agregat kasar optimum digunakan bersama-sama dengan agregat halus yang mempunyai nilai modulus kehalusan antara 2,5-3,2. Berat agregat kasar padat kering oven per m<sup>3</sup> beton adalah besarnya fraksi volume padat kering oven dikalikan dengan berat isi padat kering oven (kg/m<sup>3</sup>).

Besarnya fraksi volume agregat padat kering oven yang disarankan berdasarkan besarnya ukuran agregat maksimum, tercantum dalam tabel (2.5.).

**Tabel 2.6.** Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan

Ukuran (mm)	10	15	20	25
Fraksi Volume Padat Kering Oven	0,65	0,68	0,72	0,75

Sumber : Fandhi Hernando, 2009

Dari Ukuran agregat kasar maksimum yang digunakan, maka dari tabel 2.4, didapat fraksi agregat kasar optimum.

$$A_k = V_a \times M = \text{.....} \text{ kg/m}^3$$

.....(7)

Dengan :

Ak = Kadar agregat kasar padat kering oven ( $\text{kg/m}^3$ ).

Va = Fraksi Vol. Agregat kasar (%)

M = Berat isi padat kering oven ( $\text{kg/m}^3$ ).

**c. Estimasi Kadar Air dan Kadar Udara**

Estimasi pertama kebutuhan air dan kadar udara untuk beton segar diberikan pada tabel 2.6. Bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus berpengaruh pada kadar rongga udara pasir, karena itu kadar rongga udara yang aktual dan kadar air harus dikoreksi dengan persamaan (7) dan (8).

$$V = \frac{[1-M]}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

V = Kadar udara (%)

M = Berat isi padat kering oven (kg).

Bk = Berat jenis relatif kering (kg).

$$\text{Koreksi Kadar Air, liter/m}^3 = [V-35] \times 4,75 \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

V = Kadar udara (%)

$$\text{Kebutuhan air total} = A+B \dots\dots\dots(9)$$

A = estimasi pertama kebutuhan air

B = koreksi kadar air

Penggunaan persamaan ini mengakibatkan penyesuaian air sebanyak 4,75 liter/m<sup>3</sup> untuk setiap persen (%) penyimpangan kadar udara dari 35%.

**Tabel 2.7.** Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan Pasir dengan 35% Rongga Udara

Slump (mm)	Air Pencampur (Liter/m <sup>3</sup> )				Keterangan
	Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)				
	10	15	20	25	
25-50	184	175	169	166	
50-75	190	184	175	172	
75-100	196	190	181	178	
Kadar Udara	3,0	2,5	2,0	1,5	Tanpa <i>Superplasticizer</i>
(%)	2,5	2,0	1,5	1,0	Dengan <i>Superplasticizer</i>

Sumber (SNI 03-6468-2000, 2000)

**Catatan :**

- Kebutuhan air pencampuran pada tabel di atas adalah untuk beton kekuatan tinggi sebelum diberi *Superplasticizer*.
- Nilai kebutuhan air di atas merupakan nilai-nilai maksimum jika agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan bentuk

butiran yang baik, permukaannya bersih, dan bergradasi baik sesuai ASTM C 33.

- Nilai-nilai harus dikoreksi jika rongga udara pasir bukan 35%, dengan persamaan (8).

**d. Tentukan Rasio Air Dengan Bahan Bersifat Semen  $W/(c + p)$**

Lihat tabel 2.7. untuk beton kekuatan tinggi dengan superplasticizer dan ukuran agregat maksimum yang digunakan. Yaitu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan untuk kondisi laboratorium pada umur 28 hari ( $f_{cr}'$ ) persamaan (6), untuk mendapatkan kekuatan lapangan ( $f_{cr}'$ ) persamaan (5). Setelah diinterpolasi maka didapatkan rasio  $W/(c + p)$ .

$$f_{cr}' \approx \text{rasio } W/(c + p) = \text{Nilai rasio } W/(c + p) \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

$f_{cr}'$  = kekuatan tekan rata-rata yang ditargetkan dilapangan.

**Tabel 2.8.** Rasio  $W/(c + p)$  Maksimum yang Disarankan (dengan *Superplasticizer*)

Kekuatan Lapangan $f'_{cr}$ (MPa)	$W/(c + p)$			
	Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)			
	10	15	20	25

48,3	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,40	0,38
55,2	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,35	0,38
62,1	28 hari	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 hari	0,42	0,39	0,37	0,36
69,0	28 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 hari	0,37	0,35	0,33	0,32
75,9	28 hari	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 hari	0,33	0,31	0,29	0,29
82,8	28 hari	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,30	0,28	0,27	0,26

Catatan :  $f'_{cr} = f'_c + 9,66$  (MPa)

**e. Tentukan Kadar Bahan Bersifat semen**

Kadar bahan bersifat semen per  $m^3$  beton dapat ditentukan dengan membagi kadar air dengan  $(c + p)$ . Bila kadar bahan bersifat semen yang dibutuhkan lebih dari  $594 \text{ kg}/m^3$ , proporsi campuran beton disarankan dibuat dengan menggunakan bahan bersifat semen alternatif atau metode perancangan proporsi beton lain.

$$\text{Kadar bahan bersifat semen} = \text{Kadar air} : \frac{W}{(c + p)} \dots\dots\dots(11)$$

**f. Kadar Pasir**

Sesudah ditentukan kadar agregat kasar, kadar air, kadar udara dan kadar semen, maka pasir untuk membuat 1 m<sup>3</sup> campuran beton dapat dihitung dengan menggunakan Metode Volume Absolut. Kadar Pasir, ditentukan dengan metode Volume Absolut adalah 1m<sup>3</sup> dikurangi volume per m<sup>3</sup> beton dari semen portland, abu terbang, agregat kasar, air dan rongga udara. Volume semua bahan kecuali pasir per m<sup>3</sup> campuran beton adalah sebagai berikut:

Volume pasir =

$$1000 - (\text{vol. Air} + \text{vol. Udara} + \text{vol. Semen} + \text{vol. Ag. Kasar}) \dots(12)$$

Dikonversi menjadi berat pasir kering oven =

$$\frac{\text{Vol.Pasir}}{1000} \times \text{berat jenis relatif kering} \times 1000 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ kg.} \dots\dots\dots(13)$$

**g. Kadar *Superplasticizer***

*Superplasticizer* harus memenuhi SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton. Bila *Superplasticizer* yang digunakan berbentuk cair, maka kadarnya dinyatakan dalam satuan ml/kg (c+p), dan bila berbentuk tepung halus jumlahnya dinyatakan dalam berat kering gr/kg (c+p). (Fandhi Hernando 2009)

**h. Berat volume beton**

Berat vol beton = Proporsi campuran dasar : (berat kering)

$$\text{Vol. Air} + \text{Vol. Semen} + \text{Vol. Ag. Kasar} + \text{Vol. Ag. Halus} + \text{Superplasticizer} = \underline{\hspace{1cm}} (\text{kg/m}^3) \dots\dots\dots(14)$$

**Tabel 2.9.** Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan

Jenis beton	Berat satua (Kg)
-------------	------------------

Beton ringan	$\leq 1.900$
Beton normal	2.200-2.500
Beton berat	$> 2.500$

SNI 03-2847-2002

**i. Campuran Coba**

Dari setiap proporsi campuran harus dibuat campuran coba untuk pemeriksaan karakteristik kelecakan dan kekuatan beton dari proporsi tersebut. Berat pasir, berat agregat kasar dan volume air harus dikoreksi sesuai kondisi kebasahan agregat saat itu. Setelah pengadukan, setiap adukan harus menghasilkan campuran yang merata dalam volume yang cukup untuk pembuatan sejumlah benda uji.

**j. Penyesuaian Proporsi Campuran Coba**

Bila sifat-sifat beton yang diinginkan tidak tercapai, maka proporsi campuran coba semula harus dikoreksi agar menghasilkan sifat-sifat beton yang diinginkan.

**1) Slump Awal**

Jika slump awal campuran coba di luar rentang slump yang diinginkan, maka pertama-tama harus dikoreksi adalah kadar air. Kemudian kadar bahan bersifat semen dikoreksi agar rasio  $W/(c + p)$  tidak berubah dan kemudian baru dilakukan koreksi kadar pasir untuk menjamin tercapainya slump yang diinginkan.

## 2) **Kadar *Superplasticizer***

Bila digunakan bahan *superplasticizer* maka kadarnya harus divariasikan pada suatu rentang yang cukup besar untuk mengetahui efek yang timbul pada kelecakan dan kekuatan beton.

## 3) **Kadar Agregat Kasar**

Setelah campuran coba dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan, harus dilihat apakah campuran menjadi terlalu kasar untuk pengecoran atau untuk finishing. Bila perlu, kadar agregat kasar boleh direduksi dan kadar pasir disesuaikan supaya kelecakan yang diinginkan tercapai.

Proporsi ini dapat mengakibatkan kebutuhan air bertambah sehingga kebutuhan total bahan bersifat semen juga meningkat agar rasio  $W/(c + p)$  terjaga konstan.

## 4) **Kadar Udara**

Bila kadar udara hasil pengukuran berbeda jauh dari yang diperkirakan pada persamaan (7), jumlah *Superplasticizer* harus direduksi atau kadar pasir dikoreksi untuk mencapai kelecakan yang direncanakan.

## 5) **Rasio $W/(c + p)$**

Bila kuat tekan yang ditargetkan tidak dapat dicapai dengan menggunakan  $W/(c + p)$  yang ditentukan pada tabel 2.7. campuran coba ekstra dengan perbandingan  $W/(c + p)$  yang lebih rendah dan harus dibuat dan diuji.

#### **k. Penentuan Proporsi Campuran yang Optimum**

Setelah campuran coba yang dikoreksi menghasilkan kelecakan dan kekuatan yang diinginkan, benda-benda uji harus dibuat dengan proporsi campuran coba tersebut sesuai dengan kondisi di lapangan.

Untuk mempermudah prosedur produksi dan pengontrolan mutu, maka pelaksanaan pembuatan benda uji itu harus dilakukan oleh personil dengan menggunakan peralatan yang akan digunakan di lapangan.

Hasil uji kekuatan untuk menentukan proporsi campuran optimum yang akan digunakan berdasarkan dua pertimbangan utama yaitu kekuatan beton dan biaya produksi.

## **B. Tinjauan Pustaka**

### **Warsiti (2011)**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah semen, kerikil (batu pecah), pasir yang ada di pasaran kota Semarang dan limbah/pecahan genteng beton untuk mengganti sebagian dari kerikil. Pembuatan benda uji yaitu kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 beton dengan komposisi semen : pasir : agregat = 1 : 2 : 3, dengan jumlah air yang sama  $\pm 25\%$  sehingga nilai slump sama (tetap). Sedangkan agregat terdiri dari kerikil + pecahan genteng dengan berbagai variasi untuk mendapatkan kuat tekan yang sama jika agregat tidak dicampur dengan pecahan genteng.

### **Boedi Wibowo, Danny Aji Prabowo, Jefriy Andriyono (2012)**

Pada hasil penelitiannya yang berjudul “Studi Efek Penambahan Limbah Produksi Pabrik Genteng pada Campuran Beton dengan Rasio Terhadap Agregat Halus” Limbah pabrik genteng beton (LPGB) didapatkan dari PT.Varia Usaha Beton Sidoarjo memiliki unsur oksida  $\text{SiO}_2$  yang reaktif bereaksi dengan kalsium hidroksida menjadi kalsium silikat hidrat sehingga menambah kuat tekan beton. Dalam penelitiannya, pengaruh LPGB ditambahkan pada komposisi campuran beton dengan rasio terhadap berat agregat halus. Variasi persentase tambahan LPGB pada komposisi campuran beton sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dengan rasio terhadap berat pasir. Hasil penelitian ini menunjukkan tambahan LPGB mempunyai pengaruh yang dapat menaikkan kuat tekan beton. Pada mutu K500 dengan proporsi limbah 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 811  $\text{kg/cm}^2$  dibandingkan dengan komposisi 5% limbah sebesar 673  $\text{kg/cm}^2$ . Hal ini menunjukkan kenaikan sebesar 17% disertai perbandingan korelasi antar pengikat dan pengisi dengan variasi penambahan limbah, menunjukkan bahwa rasio korelasi semakin naik, disertai dengan penambahan kuat tekan beton.

**Soemantoro, Safrin Z, Rika (2013)**

Pada hasil penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Bahan Alternatif Agregat Kasar pada Beton” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah genteng terhadap kuat tekan beton. Metode yang digunakan adalah

membuat campuran beton dengan komposisi agregat kasar dari limbah genteng : 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Dari hasil penelitian material kadar keausan Limbah Genteng mencapai 53 % yang melebihi persyaratan yaitu 50%. Dari hasil pengujian Kuat tekan beton, adanya penggantian limbah genteng terhadap batu pecah menunjukkan penurunan yang signifikan. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan pecahan genteng sebagai pengganti agregat kasar hanya dapat dipakai untuk beton ringan , tidak dapat untuk campuran beton struktur.

**Asri Mulyadi, Fachrul Rozi (2015)**

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 16,9 MPa (K.200) tersebut dibuat bervariasi yaitu dengan menggunakan material limbah pecahan genteng sebagai pengganti agregat kasar 0%, 10%, 25% dan 50%. Dari hasil evaluasi uji kuat tekan yaitu pada beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 157,93 kg/cm<sup>2</sup> , pada material limbah pecahan genteng sebagai pengganti agregat kasar 10% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 173,73 kg/cm<sup>2</sup> , pada material limbah pecahan

genteng sebagai pengganti agregat kasar 25% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 141,12 kg/cm<sup>2</sup> dan material limbah pecahan genteng sebagai pengganti agregat kasar 50% umur beton 28 hari didapat kuat tekan beton sebesar 133,81 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Dwi Kurniati, (2018)**

Penelitian Kapasitas Lentur Beton dengan Pemanfaatan Limbah. Pada pengujian kuat lentur rata-rata nilai tertinggi dengan umur 14 hari yaitu beton dengan bahan tambah 5% sebesar 5,73 MPa. sedangkan nilai rata-rata kuat lentur tertinggi di 28 hari yaitu beton normal sebesar 5,93 MPa. Hasil dari pengujian nilai slump pada campuran beton normal yaitu 10,5 cm, campuran dengan bahan tambah 5% yaitu 14,4 cm, campuran beton dengan bahan tambah 10% yaitu 15,35 cm dan campuran beton dengan bahan tambah 15% yaitu 16 cm. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bahan tambah limbah pecahan genteng, fly ash dan superplasticiser kurang direkomendasikan untuk digunakan dalam konstruksi, dikarenakan mutu beton yang dihasilkan jauh dari mutu beton rencana.

#### **Pratikto, Ginanjar A (2019)**

Dalam penelitian ini digunakan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 3 dengan presentase limbah genteng beton sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Nilai fas yang digunakan adalah 0,35. Hasil pengujian nilai kuat tekan yang ditinjau pada hari ke 7 pada presentase 0%

sebesar 52,59 Mpa, presentase 10% sebesar 44,949 Mpa, presentase 20% sebesar 40,942 Mpa, presentase 30% sebesar 40,685 Mpa dikategorikan mutu A, sedangkan presentase 40% sebesar 26 MPa dikategorikan mutu B.

**Subaidillah Fansuri, Anita Intan Nura Diana, Dwi Deshariyanto  
(2020)**

Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh pengganti limbah pecahan genteng dalam pembuatan beton terhadap kuat tekan beton. sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton serta mengetahui kuat tekan beton optimum setelah penambahan serbuk limbah pecahan genteng sebagai agregat halus. Metode eksperimen yang digunakan dalam metode penelitian ini. Dilakukan sebuah eksperimen beton normal dengan mutu beton 20 Mpa yang diberi limbah serbuk genteng dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat agregat halus serta di uji kuat tekannya dengan sample benda uji berbentuk kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm pada umur 14 hari. Pengaruh pengganti serbuk genteng dari variasi campuran 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Artinya variasi campuran pengganti serbuk genteng yang digunakan mempunyai pengaruh yang simultan terhadap kuat tekan beton. Dari hasil analisis data menggunakan program SPSS 20 for windows yang menunjukkan nilai thitung = 2,504 > ttabel = 1,745 sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara pengganti variasi pengganti serbuk genteng terhadap nilai kuat tekan beton



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Dalam melakukan penelitian limbah genteng sebagai pengganti sebagian Agregat kasar pada Beton mutu sedang terhadap nilai kuat tekan beton K-175 penulis menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu tindakan atau pengamatan yang direncanakan dalam rangka untuk menghasilkan suatu produk yang dapat bermanfaat serta digunakan dan oleh khalayak umum.

Penelitian akan dilakukan dengan pengambilan sampel limbah genteng untuk diuji. Pengujian dilakukan dengan pembuatan benda uji beton dengan benda uji kubus 15 x 15 cm dengan umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

#### **1. Tahap I**

Disebut dengan tahap persiapan, yaitu mempersiapkan bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian.

a. Bahan :

- 1) Limbah genteng pengganti agregat kasar
- 2) Pasir muntlan
- 3) Semen Portland tipe 1 merek Gresik
- 4) Air
- 5) Obat beton tipe D (aditon)

b. Alat :

- 1) Satu set saringan agregat bentuk lubang ayakannya persegi dengan diameter 25,4 mm, 19,0 mm, 12,7 mm, 9,5 mm, 4,76 mm, dan pan.
- 2) Neraca digital kapasitas 100 kg. dengan ketelitian mencapai 0,1 gram
- 3) Oven untuk uji kadar air pada agregat dan kebersihan lumpur pada agregat.
- 4) Nampan material, sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.
- 5) Mixer mini (mesin molen)
- 6) Satu set *slump test*
- 7) Sendok semen
- 8) Alat penusuk dari batang besi
- 9) Ember
- 10) Cetakan benda uji
- 11) Picnometer
- 12) Gelas ukur, dengan kapasitas 250 ml untuk meneliti kandungan zat organik dan kadar lumpur dalam agregat halus.
- 13) Gelas ukur, dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar kebutuhan air pada proses pencampuran bahan beton serat.
- 14) Mesin uji kuat tekan

15) Pipet, untuk mengambil air semen pada saat pengambilan data *blending*.

16) Sekop besar, untuk alat pengambil material.

17) Kuas dan sikat.

## **2. Tahap II**

Disebut dengan tahap uji material bahan. Yaitu tahap untuk melakukan uji terhadap sifat dan karakteristik material bahan yang akan digunakan sebagai komposit beton. Sehingga akan diketahui kelayakan bahan komposit.

- a. Analisa pembagian butiran.
- b. Uji berat jenis agregat.
- c. Uji gradasi.
- d. Uji penyerapan air (*SSD*).
- e. Uji berat satuan.

## **3. Tahap III**

Disebut dengan tahap pembuatan benda uji. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan *mix design*.
- b. Pembuatan komposit beton.
- c. Pemeriksaan nilai slump beton segar.
- d. Pembuatan benda uji kubus 15 x 15 cm.

#### **4. Tahap IV**

Disebut dengan tahap perawatan beton (*curing*). Pada tahap ini akan dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap III sesuai SNI T-15-1990-03.

#### **5. Tahap V**

Disebut dengan tahap pengujian. Pada tahap ini pengujian kuat tekan dilakukan terhadap sampel kubus beton berukuran 15 x 15 x 15cm.

#### **6. Tahap VI**

Disebut dengan tahap analisa data. Data yang dihasilkan dari pengujian akan dianalisa serta dilakukan penarikan kesimpulan penelitian.

### **B. Waktu Dan Tempat Penelitian**

#### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian limbah genteng sebagai agregat kasar Pada Beton Mutu sedang Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Nisajana Hasna Rizqy - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

#### **2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada Juni 2023 - Juli 2023.

### **C. Sampel, Dan Teknik Pengambilan Sampel**

Dalam penelitian limbah genteng sebagai agregat kasar Pada Beton Mutu Sedang Terhadap Nilai Kuat Lentur Dan kuat Tekan ,Beton sampel yang akan digunakan adalah Limbah genteng dari benda uji genteng akan dijadikan sebagai agregat kasar pada beton untuk mendapatkan beton mutu sedang sebagaimana yang diharapkan dari penelitian ini.

#### **1. Variabel Penelitian**

##### **a. Variabel Bebas**

Inovasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan limbah genteng sebagai bahan agregat kasar. Kekuatan yang diteliti pada penelitian ini adalah kuat tekan beton dengan menggunakan benda uji kubus.

##### **b. Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini adalah SK SNI T-15-1990-03.

### **D. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan mengumpulkan data-data literatur sebagai pendukung dalam melakukan penelitian serta dengan melakukan uji laboratorium.

Mengacu pada SNI, untuk dapat melanjutkan kedalam proses pembuatan benda uji beton maka hal yang harus dilakukan adalah melakukan uji pada

agregat yang akan digunakan. Untuk menghindari adanya penyimpangan maka metode pengujian sampel pun harus sesuai dengan metode pengujian berdasarkan SNI.

Data-data yang dihasilkan dari pengujian kemudian diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu data hasil pengujian dengan data hasil pengujian lainnya. Sehingga akan menghasilkan nilai uji yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian maupun kesimpulan penelitian.

Berikut ini adalah langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian Penggunaan Limbah Sebagai Agregat Kasar Pada Beton Mutu Sedang Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton:

1. Pengambilan Limbah Genteng Benda Uji sebagai bahan material uji beton.
2. Persiapan kebutuhan alat yang digunakan selama proses penelitian.
3. Pengujian pada agregat yang akan digunakan pada *mixing* beton.
4. Pembuatan rencana pencampuran beton (*mix design*).
5. *Mixing design*.
6. Pengujian slump.
7. Pembuatan benda uji.
8. Perawatan benda uji.
9. Pengujian kuat tekan benda uji (usia 7 hari, 14 hari dan 28 hari)
10. Pengolahan data.
11. Kesimpulan

**Tabel 3.1** Tabel Pengujian Material

Materi Pengujian	Jenis material			
	Agregat Halus Eks. Pemalang	Agregat Kasar Eks Balapulang	Agregat Kasar (Limbah Beton K-250)	Semen Portland
Uji berat jenis agregat dan penyerapan air	✓	✓	✓	
Analisa pembagian butiran.	✓	✓	✓	
Uji gradasi	✓	✓	✓	
Uji kadar lumpur	✓	✓	✓	
Uji berat isi agregat	✓	✓	✓	✓

**Tabel 3.2.** Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		
Kadar Lumpur rata – rata	(%)		

**Tabel 3.3.** Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1, 2-3 Dan Limbah Split 2-1, 2-3

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		

Kadar Lumpur rata – rata	(%)	
--------------------------	-----	--

**Tabel 3.4.** Berat Isi Agregat Halus

			I (Kg)	II (Kg)	III (Kg)	Rata-rata
Berat Tempas + Sampel	A	A+B				
Berat Tempas	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempas	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	$C/D$				

**Tabel 3.5.** Berat Isi Agregat Kasar Murni Dan Limbah

			I (Kg)	II (Kg)	III (Kg)	Rata-rata
Berat Tempas + Sampel	A	A+B				
Berat Tempas	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempas	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	$C/D$				

**Tabel 3.6.** Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat Contoh SSD	A			
Berat contoh Kering Oven	B			
Berat Picnometer + Air Kalibrasi	C			
Berat Picnometer + Air + Sampel	d			
Berat jenis bulk	$\frac{b}{c+a-d}$			
Berat jenis SSD	$\frac{a}{c+a-d}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{a}{c+b-d}$			

Penyerapan Air	$\frac{a - b \times 100\%}{b}$			
----------------	--------------------------------	--	--	--

**Tabel 3.7.** Uji Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Komulatif						Rata-rata Berat Tertahan (gr)	Ukuran Saringan (mm) % Tertahan
	Berat Tertahan (gr)		% Tertahan		% Lolos			
	A	B	C	D	E	F		
4,76								90-100
2,38								75-100
1,19								40-90
0,59								25-80
0,279								10-40
0,149								0-15
0,074								0-5
Pan = Gram								
Berat Sampel = Gram								

**Tabel 3.8.** Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split 2-1, 2-3 Dan Limbah Split 2-1, 2-3

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat contoh Kering Oven	BK			
Berat Sampel Kering permukaan Jenuh	BJ			
Berat Sampel Uji Didalam Air	BA			
Berat jenis bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$			

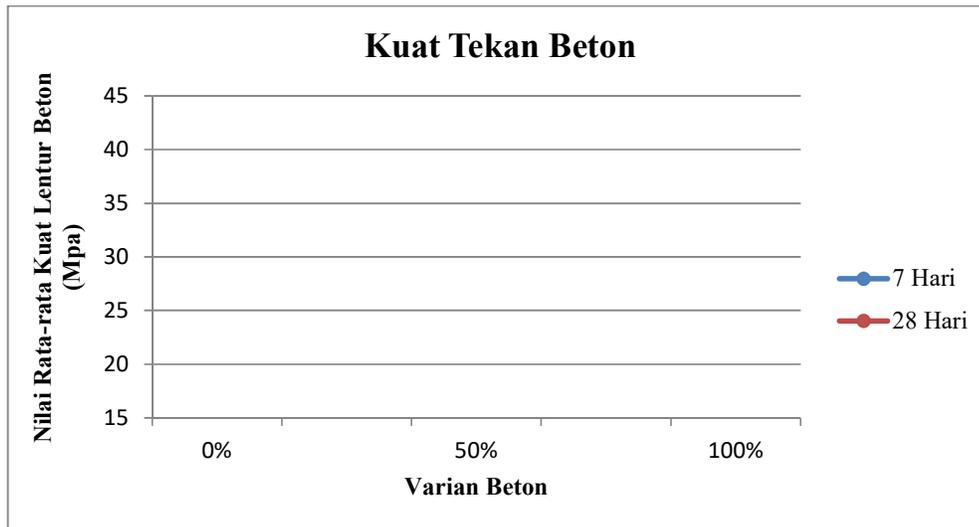
Berat jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$			
Penyerapan Air	$\frac{BJ - BK \times 100\%}{BK}$			

**Tabel 3.9.** Uji Gradasi Agregat Kasar Split 2-1 , 2-3 Dan Limbah Split 2-1, 2-3

Ukuran Saringan (mm)	Kumulatif						Rata-rata Berat Tertahan (gr)	Ukuran Saringan (mm) % Tertahan
	Berat Tertahan (gr)		% Tertahan		% Lolos			
	A	B	C	D	E	F		
12,7								90-90
9,5								40-40
4,76								0-15
2,38								0-15
1,19								0

**Tabel 3.10.** Kuat Tekan Beton

Variasi Beton	Proporsi Campuran Agregat Kasar (%)	Slump (mm)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
			I	II			III	IV		
1	0	10 Cm								
2	50									
3	100									



**Gambar 3.1. :** Grafik Kuat Tekan Beton

#### **E. Metode Analisa Data**

Metode analisa data hasil pengujian laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan material menggunakan neraca.
2. Penyaringan agregat menggunakan saringan yang ditentukan SNI.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur pada agregat kasar dan agregat halus.
4. Pengujian berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump.
5. Pengujian nilai kuat lentur dengan benda uji beam SNI

#### **Rumus Faktor Air Semen**

$$Fas = \frac{W}{(c + p)}$$

Keterangan :

Fas = Faktor air semen (%).

W = Rasio total berat air (kg).

c = Berat semen (kg).

p = Berat bahan tambah pengganti semen (kg)

### **Rumus Koreksi Campuran**

Air =  $B - [(Ck-Ca)xC/100]-[(Dk-Da)xD/100]$

Agregat halus =  $C + [(Ck-Ca)xC/100]$

Agregat kasar =  $D + [(Dk-Da)xD/100]$

Keterangan :

B = Jumlah kebutuhan air ( $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{ltr/m}^3$ )

C = Jumlah kebutuhan agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

D = Jumlah kebutuhan agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

Ck = Kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

Ca = Absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

### **Rumus Menghitung berat jenis agregat campuran**

Bj camp =  $P/100*bj \text{ ag hls} + K/100*bj \text{ ag ksr}$

Keterangan :

Bj ag ksr L = Berat jenis agregat kasar limbah

Bj ag hls = Berat jenis agregat halus

Bj ag ksr = Berat jenis agregat kasar

P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

### **Kadar Lumpur Agregat**

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = Berat agregat kering (semula)

B = Berat agregat kering (akhir)

### **Rumus Berat Isi Agregat**

$$\text{Berat tempat+sempel} = A+C$$

$$\text{Berat sempe} = A-B$$

$$\text{Volume tempat} = \Pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$\text{Berat isi sempel} = C/D$$

Keterangan:

A= Berat tempat+sempel

B= Berat tempat

C= Berat sempel

D= Volume tempat

### **Rumus Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus**

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{b}{c+a-d}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{a}{c+a-d}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{a}{c+b-d}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{a-b \times 100\%}{b}$$

Keterangan:

A=Berat contoh SSD

B=Berat contoh kering oven

C=Berat Picnometer + Air Kalibrasi

D= Berat Picnometer + Air + Sampel

### **Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar**

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{BK}{BJ-B}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{BJ}{BJ-BA}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{BK}{BK-BA}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{BJ-BA \times 100\%}{BK}$$

Keterangan

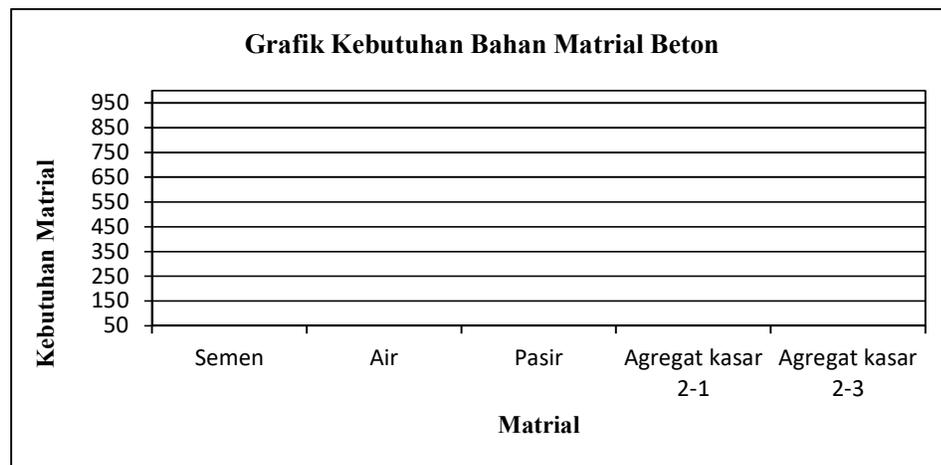
BK= Berat contoh Kering Oven

BJ= Berat Sampel Kering permukaan Jenuh

BA= Berat Sampel Uji Didalam Air

### **Campuran beton**

- a. Pasir
  - b. Semen
  - x. agregat kasar
  - e. air
  - y. campuran beton
- $$y = x + b$$
- $$b = a+b+e$$



#### **F. Spesimen Pengujian**

Metode pengujian kuat lentur normal dengan dua titik pembebanan maksud dan tujuan metode pengujian kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan pengujian kuat lentur beton di laboratorium. Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh nilai kuat lentur beton normal guna keperluan perencanaan dan pelaksanaan.

#### **Langkah Pengujian**

- Siapkan benda uji
- Siapkan mesin tekan beton
- Timbang dan catat berat masing-masing benda uji
- Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan titik pembebanan.

- Tempatkan benda uji yang sudah di ukur, ditimbang dan diberi tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pembuatan.

### Rumus Kuat Lentur Beton

$$\sigma_n = Fr \frac{M.y}{I} =$$

Keterangan :

$$M : \text{Momen} = PL \quad \frac{1}{6} PL \text{ (Nmm)}$$

$$I : \text{Momen Inersia (mm}^4\text{)}$$

$$Y : \text{Jarak titik tinjauan dari garis netral penampakan (mm)}$$

$$Fr = \frac{\left(\frac{1}{6} PL\right) \cdot \left(\frac{1}{2} h\right)}{\frac{1}{12} b \cdot h^3} = \frac{\left(\frac{1}{6} PL\right) \cdot \left(\frac{1}{2} h\right)}{\frac{1}{12} b \cdot h^2}$$

Maka dari persamaan di atas didapat rumus empiris nilai kuat lentur ( $f_r$ ) untuk benda uji balok, sebagai berikut :

$$f_r = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Keterangan :

$$f_r : \text{kuat tarik beton (kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2\text{)}$$

$$P : \text{ gaya tekan yang bekerja (kg atau N)}$$

$$l : \text{ Panjang Balok (cm atau mm)}$$

$$d : \text{ Tebal Balok (cm atau mm)}$$

$$b : \text{ Tinggi Balok (cm atau mm)}$$

### **DATA-DATA MATERIAL**

- Agregat Halus ( pasir ) = Muntilan
- Agregat Kasar ( Split ) = BAP
- Semen Portland = Ex. Gresik Tipe I
- Air setempat / Sumur / Sungai yang menurut laboratorium memenuhi persyaratan

Uraian Pemeriksaan	Agregat Halus	Agregat Kasar		
		BP. 1½"	:	BP. 3/4"
Modulus Kehalusan ( MK )	2,8	25%	:	75%
Berat Jenis ( SSD )	2,674	2,613		2,612
Peresapan ( Absorpsi )	3,342	1,725		2,160
Berat Isi Gembur ( SSD )	1,59	1,359		1,313
Air Bebas di Lapangan	3%			3%
Ukuran Maksimum Agregat	3/8"			1 1/2 "

### **PORTLAND CEMENT**

Berat Isi : 1,25 Kg / m<sup>3</sup>

Berat Jenis : 3,15 Kg / m<sup>3</sup>

Berat Per Zak semen untuk perhitungan ini Gresik Tipe I 40 kg

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN**

Jenis Material : Batu Pecah 1-2 : 3/4 Inch  
 Sumber Material : BAP

			Pengujian		Rata - rata
			1	2	
Berat Contoh Uji Kering Oven		BK	1948,8	2171,7	2060,25
Br. Ct. Uji Kering Permukaan Jenuh		BJ	1987,5	2222,4	2104,95
Berat Contoh Uji didalam air		BA	1226,8	1371	1298,9

Berat Jenis Bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$	2,562	2,551	2,556
Berat Jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$	2,613	2,610	2,612
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$	2,699	2,712	2,706
Penyerapan Air	$\frac{BJ-BA \times 100\%}{BK}$	1,986	2,335	2,160

### PEMERIKSAAN BERAT JENIS & PENYERAPAN

Jenis Material : Pasir  
 Sumber Material : Ex Muntilan

		Pengujian		Rata - rata
		1	2	
Berat Contoh SSD	a	500	500	500
Berat Contoh Kering Oven	b	483,7	483,8	483,75
Berat Picnometer + Air (Kalibrasi)	c	772,4	693,2	732,8
Berat Picnometer + Air + Contoh	d	1085,2	1008	1046,6

Berat Jenis Bulk	$\frac{b}{c + a - d}$	2,584	2,612	2,598
Berat Jenis SSD	$\frac{a}{c + a - d}$	2,671	2,700	2,674
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{a}{c + b - d}$	2,834	2,811	2,823
Penyerapan Air	$\frac{a - b \times 100\%}{b}$	3,370	3,348	3,359

DAFTAR ISIAN RANCANGAN CAMPURAN RENCANA BETON K-175

*Job Mix Formula*

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Hasil Perhitungan
	1	2	3
A	Kuat Tekan Karakteristik yang disyaratkan	Ditetapkan	175 Kg/cm <sup>2</sup> pada umur 28 hari bagian cacat 5%
B	Kuat Tekan Beton Rata-rata Kubus 15 x 15 x 15 cm	K = 1,64 S = 70	$\alpha_{bm} = \alpha_{bk} + \frac{1,64}{175} \cdot S$ = 1,64 + 98,4 = 273,4 Kg/cm <sup>2</sup>
	Nilai Faktor Air Semen		
	Maks.(kubus 15 x 15 x 15 cm)	Grafik : 1	$\left. \begin{array}{l} 54 \\ \\ 60 \end{array} \right\} \text{diambil nilai} = 54$
	Nilai Faktor Air Semen	- Tabel : 3	
	Maks dalam lingkungan khusus	- Tabel : 4	
		- Tabel : 5	
1	Kebutuhan Air per Zak semen ( 40 kg )	FAS terkecil x 40 Liter	0,54 x 40 Liter =21.6 Liter/sak
	- Ukuran Maks Agg	- ditetapkan	1.0 inch atau 38.1 mm
	- Modulus Kehalusan	-ditetapkan	
	- Slump maks yang diijinkan	- ditetapkan	10 cm
2	Kebutuhan Air per zak semen ( slump 18.0 cm)	Point 1 dan Tabel : 12.2 2	21.6 Liter/sak semen (2a) 162.52 Liter/M <sup>3</sup> beton (2b)
3	Penambahan air per M <sup>3</sup> beton	Lihat keterangan	1.03 x 162.52 = 167.4 Ltr/M <sup>3</sup> beton

	karena ada perubahan slump	Tabel : 12.2 2 poin 2b + 3%	
4	Faktor semen = jumlah zak semen per m <sup>3</sup> beton	Poin 3 : poin 2a	$\frac{167.4}{21.6} = 7.7 \text{ sak/M}^3 \text{ beton}$
5	Volume Absolute Semen	Poin 4 x 40 Bj PC x 1000	$\frac{7.7 \times 40}{3.15 \times 1000} = 0.0984 \text{ M}^3$
6	Volume Air	Poin 3 : 1000	$\frac{167.4}{1000} = 0.1674 \text{ M}^3$
7	Volume pasta semen	poin 5 + poin 6	Jumlah = 0.2658 M <sup>3</sup>
8	Volume absolut Agg kasar dan Agg Halus	1 - Poin 7	$1.000 - 0.2658 = 0.7342 \text{ M}^3$
9	Prosentase kebutuhan Agg		Ukuran Maks Agg Kasar = 25 mm
	Halus dari berat Agg		
	Halus dan Kasar		% Agg Halus = 42%
10	Volume Absolut Agg Halus	Poin 8 x Poin 9	$0.7342 \times 0.42 = 0.3084 \text{ M}^3$
11	volume absolute Agg kasar	Poin 8 - Poin 10	$0.7342 - 0.3084 = 0.4258 \text{ M}^3$
	Agg Kasar	1 Inch	25% $25\% \times 0,4258 = 0,1065 \text{ M}^3$
		$\frac{3}{4}$ inch	75% $75\% \times 0,4258 = 0,3194 \text{ M}^3$
12	Kebutuhan bahan untuk 1 M <sup>3</sup> beton		
	- Semen	Poin 4 x 40 Kg	$7.7 \times 40 = 310 \text{ Kg}$
	- Air	Poin 3	= 167 Kg
	- Agg halus SSD	Bj x Poin 10 x 1000	$2.674 \times 0.3084 \times 1000 = 824.56 \text{ Kg}$

	- Agg kasar SSD	BJ x Poin 11 x 1000	
		1 Inch	$2,613 \times 0,1065 \times 1000 = 278,18 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$2,612 \times 0,3194 \times 1000 = 834,21 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 2414,33Kg
13	Kebutuhan bahan untuk 1 zak semen		
	- Semen	1 zak =40 Kg	= 40 Kg
	- Air	Poin 2a	= 21.6 Kg
	- Agg halus SSD	Poin 12 : Poin 4	$824,56 : 7,75 = 106,40 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	Poin 12 : Poin 4	
		1 Inch	$278,18 : 7,75 = 35,89 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$834,21 : 7,75 = 107,64 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 311,53 Kg
	<b>Koreksi Kebutuhan Bahan</b>	Poin 12 & 13	
	<b>Akibat Air Bebas 3 %</b>	dikoreksi	
14	Kebutuhan bahan untuk 1 M <sup>3</sup> beton		
	- Semen		= 310.0 Kg
	- Air	Poin 12 dikoreksi	$167,40 - 3\% ( 824,56 + 1112,38 ) = 109,29 \text{ Kg}$
	- Agg halus SSD		$1,03 \times 824,56 = 849,30 \text{ Kg}$
	- Agg kasar SSD	1 Inch	$1,03 \times 278,18 = 286,52 \text{ Kg}$
		$\frac{3}{4}$ Inch	$1,03 \times 834,21 = 859,23 \text{ Kg}$
			Jumlah seluruh bahan = 2414,33 Kg

### G. Diagram Alur Penelitian

