

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH SERBUK BESI DARI BIJIH BESI KABUPATEN PASURUAN SEBAGAI PENGGANTI PASIR BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL**

*Diajukan untuk memenuhi syarat Akademis  
dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata- I) Teknik Sipil – Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana (USB-YPKP)*

**Disusun oleh :  
Muhamad Zulfan Firdaus  
2112187016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANGGA BUANA (USB) - YPKP  
BANDUNG  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SERBUK BESI DARI BIJIH BESI KABUPATEN PASURUAN  
SEBAGAI PENGGANTI PASIR BETON TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON NORMAL**

**Disusun oleh:**

**Muhamad Zulfan Firdaus  
21121887016**

Karya Tulis Berupa Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai persyaratan kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana/YPKP

**Disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Yushar Kadir, MT.  
19560303 199303 1 001**

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik**

**Dr. Ir. Bakhtiar AB., MT.  
432 200 090**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**Chandra Afriade S.,ST.MT.  
432 200 167**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur tercurah pada-Mu ya Rabb. Karena rahmat, hidayah dan inayah-Mu peneliti dapat mencurahkan inspirasi dalam skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi akhir zaman, Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi wa Sallam* yang akan senantiasa kita nantikan safaatnya di yaumul qiyamah.

Dalam menyelesaikan skripsi peneliti mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik moril, materiil dan spiritual. Baik dalam bentuk bimbingan, arahan dan data-data yang berguna dalam penelitian skripsi ini. Tanpa bantuan mereka skripsi ini tidak dapat terselesaikan.

Peneliti persembahkan kepada:

- ❖ Bapak dan ibu penulis, yang tak lelah untuk selalu berdoa semoga apa yang dicita-citakan oleh penulis dapat tercapai dan mempunyai ilmu yang bermanfaat dan membawa berkah.
- ❖ Lembaga tercinta Kampus YPKP SANGGA BUANA yang telah memberi kesempatan untuk mencari ilmu supaya ilmu yang didapat dari para pengajar Dosen Teknik Sipil YPKP dapat berguna bagi penulis dan bisa mengaplikasikan dalam dunia kerja dan industri .
- ❖ Della Dwi Heryani yang selalu mendukung untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Zulfan Firdaus

NIM : 2112187016

Jenjang : S 1

Fakultas : Teknik

Jurusan : S1 Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain secara keseluruhan atau sebagian besar, maka skripsi ini dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Bandung, 29 Juli 2020

Yang menyatakan

Muhamad Zulfan Firdaus

## ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas tentang penggunaan serbuk besi dari bijih besi dengan alat stone crusher, yaitu serbuk besi dari bijih besi sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus, untuk pemanfaatan campuran beton. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP, dengan membandingkan beton normal dengan beton yang dicampur serbuk besi dari bijih besi, yang dibuat dalam tiga variasi campuran, yaitu beton normal (0%), beton dengan komposisi serbuk besi dari bijih besi sebanyak 15%, dan 25% sebagai pengganti agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 dan 14 hari dengan total 6 benda uji silinder.

Pada hasil pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dengan komposisi campuran 1 : 2 : 3 didapatkan nilai optimum pada campuran beton dengan komposisi serbuk besi 25% yaitu sebesar 23,20Mpa.

Hasil stone crusher berupa serbuk besi dari bijih besi bisa dipakai untuk bahan pengganti agregat halus pada beton mutu tinggi.

Kata Kunci : Stone Crusher, Serbuk Besi Dari Bijih Besi , Kuat Tekan Beton, Beton Mutu Tinggi, Substitusi Agregat Halus.

## **ABSTRACT**

*This final project discusses the use of iron powder from iron ore with a stone crusher, namely iron powder from iron ore as a substitution material for some fine aggregates, for the use of concrete mixtures. This research was conducted at Sangga Buana University Laboratory YPKP, by comparing normal concrete with concrete mixed with iron ore from iron ore, which was made in three variations of the mixture, namely normal concrete (0%), concrete with a composition of iron powder from iron ore by 15% , and 25% as a substitute for fine aggregate. Compressive strength testing is carried out at the age of 7 and 14 days with a total of 6 cylindrical specimens. In the compressive strength test results at the age of 14 days with a 1: 2: 3 mixture composition obtained the optimum value in the concrete mixture with 25% iron powder composition that is equal to 23,20 MPa. The results of stone crusher in the form of iron powder from iron ore can be used as a substitute for fine aggregate in high quality concrete.*

*Keywords: Stone Crusher, Iron Powder from Iron Ore, Concrete Compressive Strength*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Topik Khusus ini dengan lancar.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu kami baik secara moril mau pun materil, secara langsung atau tidak langsung dalam pengerjaan dan penyusunan laporan Topik Khusus ini, kepada:

1. Kedua orang tua beserta seluruh sanak saudara yang telah mendo'akan, membantu dan mendukung kelancaran Topik Khusus ini.
2. Dr. H. Asep Effendi R., SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
3. Dr. Ir. Didin Kusdian, MT selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
4. Memi Sulaksmi, SE., M.Si, selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
5. Dr. Ir. Bakhtiar AB., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
6. Slamet Risnanto, ST., M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
7. Chandra Afriade S., ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
8. Ir. Yushar Kadir, MT, selaku Dosen Teknik Sipil di Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung dan sebagai pembimbing Topik Khusus.
9. Seluruh tim pengajar dan teknisi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung yang telah membekali ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan.
10. Rekan-rekan seangkatan atas masukan serta sharing dalam menyelesaikan Topik Khusus Ini.
11. Dan seluruh pihak yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan Topik Khusus ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan. Oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik guna penyempurnaan laporan Topik Khusus ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kami dan bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bandung, Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                          |             |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>                       | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>                     | <b>ii</b>   |
| <b>SURAT PERNYATAAN.....</b>                        | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                          | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                             | <b>viii</b> |
| <b>BAB I    PENDAHULUAN</b>                         |             |
| 1.1 Latar Belakang.....                             | I-1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                           | I-4         |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....               | I-4         |
| 1.3.1 Maksud Penelitian .....                       | I-4         |
| 1.3.2 Tujuan Penelitian .....                       | I-5         |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                         | I-5         |
| 1.5 Ruang Lingkup .....                             | I-6         |
| 1.6 Lokasi Penelitian.....                          | I-6         |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                     | I-6         |
| <b>BAB II   TINJAUAN PUSTAKA</b>                    |             |
| 2.1 Bijih Besi.....                                 | II-8        |
| 2.1.2 Sifat Fisik Serbuk Besi dari Bijih Besi ..... | II-8        |
| 2.2 Beton .....                                     | II-9        |
| 2.3 Material Pembentuk Beton.....                   | II-11       |
| 2.3.1 Semen .....                                   | II-11       |

|  |                                  |        |
|--|----------------------------------|--------|
| 2.3.2                                    | Air .....                        | II-15  |
| 2.3.3                                    | Agregat .....                    | II-15  |
| 2.4                                      | Pengujian Beton Segar .....      | II-23  |
| 2.5                                      | Pengujian Kekuatan Beton .....   | II-24  |
| 2.6                                      | Hipotesis.....                   | II-26  |
| <br><b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> |                                  |        |
| 3.1                                      | Umum .....                       | III-27 |
| 3.2                                      | Persiapan Bahan.....             | III-28 |
| 3.3                                      | Pengujian Bahan.....             | III-28 |
| 3.3.1                                    | Alat.....                        | III-29 |
| 3.3.2                                    | Bahan.....                       | III-30 |
| 3.3.3                                    | Prosedur Pengujian.....          | III-31 |
| 3.3.4                                    | Pengujian Berat Isi.....         | III-33 |
| 3.3.5                                    | Pengujian Kadar Lumpur.....      | III-35 |
| 3.3.6                                    | Pengujian Analisa Saringan ..... | III-37 |
| 3.4                                      | Pembuatan Benda Uji .....        | III-38 |
| 3.4.1                                    | Komposisi Campuran .....         | III-38 |
| 3.4.2                                    | Pencampuran Benda Uji.....       | III-40 |
| 3.4.3                                    | <i>Slump Test</i> .....          | III-41 |
| 3.5                                      | Pengujian Kuat Tekan Beton ..... | III-42 |
| 3.5.1                                    | Pembuatan Benda Uji .....        | III-43 |
| 3.5.2                                    | Pembebanan Tekan.....            | III-44 |

**BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA**

|         |                                  |       |
|---------|----------------------------------|-------|
| 4.1     | Pengujian Bahan.....             | IV-53 |
| 4.1.1   | Semen.....                       | IV-53 |
| 4.1.2.1 | Pengujian Agregat.....           | IV-54 |
| 4.2     | Perancangan Campuran Beton ..... | IV-65 |
| 4.3     | Perhitungan Campuran Beton ..... | IV-66 |
| 4.4     | Pembuatan Benda Uji .....        | IV-69 |
| 4.5     | Pengujian Kuat Tekan Beton ..... | IV-78 |

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|     |                 |      |
|-----|-----------------|------|
| 5.1 | Kesimpulan..... | V-83 |
| 5.2 | Saran.....      | V-84 |

## DAFTAR TABEL

|   |        |
|---|--------|
| Tabel 2.1 Persyaratan Fisika Semen PCC.....   | II-15  |
| Tabel 2.2 Susunan Butir Agregat Halus Menurut British Standart .....  | II-25  |
| Tabel 2.3 Susunan Butir Agregat Kasar Menurut British Standart (BS) .....   | II-26  |
| Tabel 2.4 Nilai Slump Menurut PBI 1971 .....  | II-27  |
| Tabel 2.5 Angka Konversi Uji Kuat Tekan Beton PBI 1971 .....  | II-29  |
| Tabel 3.1 Jenis Pengujian dan Standar.....  | III-33 |
| Tabel 3.2 Rencana Perbandingan Campuran Beton .....   | III-46 |
| Tabel 3.3 Kebutuhan Material Campuran Beton .....   | III-47 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Kasar.....   | IV-55  |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Halus.....   | IV-56  |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Penyerapan Air .....  | IV-56  |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Kasar.....   | IV-57  |
| Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar.....  | IV-57  |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus.....   | IV-58  |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus .....   | IV-59  |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur dan Padat Agregat Kasar dan halus<br>.....   | IV-59  |
| Tabel 4.9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....  | IV-60  |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....   | IV-62  |
| Tabel 4.11 Hasil Pengujian dalam Agregat Kasar yang Lolos Saringan No. 200<br>.....   | IV-63  |
| Tabel 4.12 Hasil Pengujian dalam Agregat Halus yang Lolos Saringan No.200<br>.....  | IV-64  |
| Tabel 4.13 Jumlah Sempel Banda Uji .....  | IV-66  |
| Tabel 4.14 Perkiraan Air Campuran Persyaratan Kandungan Udara untuk<br>berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum ..... | IV-67  |
| Tabel 4.15 Kebutuhan Material Campuran Beton .....  | IV-69  |
| Tabel 4.16 Hasil Pengujian Keleccakan Beton Normal dan Beton Berserat ....  | IV-76  |

|  |       |
|--|-------|
| Tabel 4.17 Nilai Tekan Benda Uji Umur 07 hari .....      | IV-79 |
| Tabel 4.18 Nilai Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 Hari ..... | IV-80 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |        |
|--|--------|
| Gambar 2.1 Keadaan Kandungan Air pada Agregat.....           | II-21  |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Kerja Penyelesaian Topik Khusus..... | III-32 |
| Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar .....       | IV-61  |
| Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus .....       | IV-62  |
| Gambar 4.3 Pencampuran Beton Secara Manual.....              | IV-70  |
| Gambar 4.4 Proses Pencucian dan Penjemuran Agregat .....     | IV-70  |
| Gambar 4.5 Proses Penimbangan Agregat .....                  | IV-71  |
| Gambar 4.6 Sekop .....                                       | IV-71  |
| Gambar 4.7 Alat Slump .....                                  | IV-72  |
| Gambar 4.8 Alat Uji Kuat Tekan .....                         | IV-72  |
| Gambar 4.9 Cetakan Beton Silinder .....                      | IV-72  |
| Gambar 4.10 Batang Pemasat .....                             | IV-73  |
| Gambar 4.11 Bahan-bahan Penyusun Beton.....                  | IV-73  |
| Gambar 4.12 Penimbangan masing-masing Material.....          | IV-74  |
| Gambar 4.13 Proses Pencampuran Beton .....                   | IV-74  |
| Gambar 4.14 Slump Test .....                                 | IV-75  |
| Gambar 4.15 Hasil Slump Test .....                           | IV-75  |
| Gambar 4.16 Pembuatan Benda Uji.....                         | IV-77  |
| Gambar 4.17 Perendaman Benda Uji .....                       | IV-78  |
| Gambar 4.18 Penekanan Benda Uji .....                        | IV-80  |
| Gambar 4.19 Grafik Kuat Tekanan Beton Umur 7 Hari.....       | IV-81  |
| Gambar 4.20 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....        | IV-8   |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah. Sumber daya alam tersebut tersebar diseluruh daerah di Indonesia. Salah satu sumber daya alam yang terdapat di Indonesia yaitu bijih besi yang terdapat di pulau Jawa khususnya ditambang besi Pasuruan. Selama ini bijih besi terbentuk dari dari limbah pengecoran logam besi dengan pembakaran hingga mencapai temperatur 1000 derajat hingga mengeluarkan buih/kaca hitam keras dan kasar lalu di proses pemecalan, penggerbahan dan pengayakan hingga terbentuknya serbuk besi dari bijih besi. Serbuk besi dari bijih besi pada umumnya mempunyai komposisi utama magnetit ( $Fe_2O_4$ ), hematit ( $Fe_2O_3$ ), serta senyawa-senyawa lain goethite ( $FeO(OH)$ ), limonit ( $FeO(OH) \cdot n(H_2O)$ ). Atau siderite ( $FeCO_3$ ). Senyawa silikon oksida inilah yang nantinya akan memberikan keuntungan terhadap penggunaan pasir besi pada struktur (beton), sifat kimiawi sangat tinggi dari hematite atau magnetit (lebih besar dari besi ~ 60%) membantu kinerja semen sebagai bahan pengikat, untuk itu dalam hal ini serbuk besi dari bijih bisa sangat bermanfaat apabila digunakan dalam campuran beton yang bisa mempunyai potensi besar dalam pengembangan industri konstruksi.

Konstruksi tidak akan lepas dari Infrastruktur, secara umum merupakan suatu kebutuhan dasar fisik dalam pengorganisasian sistem struktur yang diperlakukan untuk jaminan ekonomi sektor publik dan sektor private, dan sebagai layanan dan fasilitas yang diperlukan agar perekonomian dapat berfungsi dengan baik. Infrastruktur teknis atau fisik berupa infrastruktur yang mendukung

jaringan struktur seperti fasilitas antara lain dapat berupa jalan, kereta api, air bersih, bandara, kanal, waduk, bendungan, dermaga, pengolahan limbah, perlistrikan, telkomunikasi, dan pelabuhan.

Untuk mendukung konstruksi bangunan tersebut dibutuhkan komponen-komponen yang terencana, terlaksana, dan terpelihara secara teratur sesuai dengan perencanaan dan standard yang berlaku. Salah satu dasar bahan konstruksi beton. Beton merupakan material konstruksi yang paling sering di gunakan karena merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Beton adalah campuran antara semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air yang kemudian mengeras membentuk benda padat hingga mampu menahan beban yang dibebankan pada beton tersebut.

Pemilihan bahan-bahan dalam pembuatan beton sangat penting untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan sesuai dengan kegunaan beton itu sendiri dan tentunya dengan biaya seekonomis mungkin. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk campuran beton adalah dengan memanfaatkan sumber daya alam dari sisa tambang yaitu serbuk besi dari bijih besi

Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini akan dilakukan suatu penelitian untuk meningkatkan mutu beton melalui penambahan material serbuk besi dari bijih besi pada bahan campuran beton. Dalam rekayasa beton, penambahan material bisa juga disebut sebagai bahan tambah ataupun bahan pengganti. Bahan tambah ataupun bahan pengganti merupakan bahan campuran beton selain semen, air dan agregat.

Oleh karena itu dilakukan penelitian yang akan berkaitan dengan judul Tugas Akhir ***“PENGARUH SERBUK BESI DARI BIJIH BESI KABUPATEN PASURUAN SEBAGAI PENGGANTI PASIR BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL”***. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium uji beton Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh material serbuk besi dari bijih besi sebagai pengganti pasir terhadap kuat tekan beton normal.
- b. Bagaimana pengaruh material serbuk besi dari bijih besi sebagai pengganti sebagian material agregat halus terhadap kelecakan dan nilai slump untuk menentukan proposi campuran beton normal.
- c. Berapa besar peningkatan kekuatan beton pada umur 7 dan 14 hari dengan material serbuk besi dari bijih besi sebagai pengganti sebagian material agregat halus.

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Maksud Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan penelitian kuat tekan beton dengan Mengganti pasir biasa dengan serbuk besi dari bijih besi sebesar 0%, 15% dan 25% pada campuran beton.
2. Melakukan penelitian mengenai kuat tekan beton dengan mengganti pasir biasa dengan serbuk besi dari bijih besi sehingga mengetahui kuat tekan yang optimum dari presentase campuran beton yang direncanakan.

### **1.3.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton dengan material serbuk besi dari bijih besi sebagai pengganti sebagian material agregat halus.
2. Mengetahui pengaruh campuran material serbuk besi dari bijih besi terhadap nilai *slump* beton.
3. Mengetahui nilai Optimum komposisi campuran material serbuk besi dari bijih besi untuk mencapai nilai kuat tekan pada beton normal.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diantaranya :

1. Menambah wawasan baru dalam bidang penelitian campuran beton.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bahwa penggunaan campuran material serbuk besi dari bijih besi bersama pasir alam pada beton memberikan pengaruh pada kuat tekan beton.
3. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan inovasi dalam pembuatan beton, dan mendorong munculnya ide baru untuk mencari metode-metode dan inovasi-inovasi lain yang terbaik.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, ruang lingkup pembahasan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan mutu beton normal.
2. Benda uji silinder dengan ukuran 15 x 30 cm untuk uji kuat tekan.
3. Pembuatan benda uji dilakukan dengan metode SNI 2834-2000.
4. Campuran serbuk besi dari bijih besi yang digunakan 0%, 15% dan 25%.

5. Pengujian terhadap benda uji hanya dilakukan pada umur 7 (tujuh), dan 14 (empat belas) hari.

## **1.6 Lokasi Penelitian**

Untuk pengujian material kuat tekan beton akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB)/YPKP, alamat Jl. Phh. Mustafa no.68 Bandung.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat, ruang lingkup, lokasi pengamatan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai Studi literatur yang berhubungan dengan kajian dalam topik Tugas Akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metodologi penyelesaian Tugas Akhir dan pembahasan mengenai Tugas Akhir.

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini menjelaskan data – data hasil pengujian beton, penelitian beton, dan pengolahan data yang dilakukan di laboratorium.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan kesimpulan dari analisis data dan pembahasan hasil perhitungan yang telah dilakukan dan saran dari hasil yang diperoleh.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bijih Besi**

Bijih besi ditemukan di alam berupa batuan, tercampur dengan unsur-unsur lain. Lewat berbagai proses industri menggunakan teknologi mutakhir, bijih besi diproses lalu dijual ke perusahaan-perusahaan baja.

Bijih besi umumnya terdapat dipulau Jawa khususnya ditambang besi Kabupaten Pasuruan. Selama ini Bijih besi pada terbentuk dari dari limbah pengecoran logam besi.

Bijih besi batuan dan mineral dari mana logam besi dapat secara ekonomis diekstrak. Bijih-bijih biasanya kaya oksida besi dan bervariasi dalam warna dari abu-abu gelap, kuning cerah, ungu dalam, menjadi merah berkarat. Besi itu sendiri biasanya ditemukan dalam bentuk magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), goethite ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), limonit ( $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ ). Atau siderite ( $\text{FeCO}_3$ ). Bijih membawa jumlah yang sangat tinggi dari hematite atau magnetit (lebih besar dari besi ~ 60%) selanjutnya di proses pemecalan, penggerbahan dan pengayakan hingga terbentuknya serbuk besi dari bijih besi.

##### **2.1.1 Sifat Fisik Serbuk Besi dari Bijih Besi**

Bijih besi mengandung ada dalam mineral hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang didapatkan dalam bebatuan. Bijih besi memiliki kandungan rata-rata Silikon ( $\text{SiO}_2$ ) 0.3%, Fosfor (P) 0.1%, Kalsium (Ca) 0.15%, Krom (Cr) 0.09%, Mangan (Mn) 0.26%, Besi (Fe) 98.23%, Nikel (Ni) 0.1%, Tembaga (Cu) 0.1%, Brom (Br) 0.17%, Lantanum (La) 0.07%, Iterbium (Yb) 0.02%, Seng (Zn)

0.04%, Rhenium (Re) 0.05%, Rubidium (Rb) 0.21%, Vanadium (V) 0.01%, Europium (Eu) 0.17%, senyawa Silikon (Si) 0.3% inilah yang nantinya akan memberikan keuntungan terhadap penggunaan Serbuk Besi dari Bijih Besi pada struktur (beton), sifat kimiawi serbuk besi yang mengandung ( $\text{SiO}_2$ ) membantu kinerja semen sebagai bahan pengikat.

Bijih besi diproses pemecahan, penggerbahan dan pengayakan sehingga terbentuknya serbuk besi berwarna kehitaman, berbutir sangat halus dengan ukuran antara 75 - 150 mikron, densitas 2-5 gr/cm<sup>3</sup>, bobot isi (specific gravity, SG) 2,99 - 4,23 gr/cm<sup>3</sup>, dan derajat kemagnetan 6,4 - 27,16%. Serbuk besi yang mengandung mineral utama magnetit dicirikan oleh butiran mineral magnetit yang selalu berikatan dengan butiran mineral magnetit lainnya sehingga membentuk ikatan rantai. Butiran mineralnya bersistem kristal isometrik, sehingga Serbuk besi (magnetit) cenderung berbentuk membulat hingga membulat tanggung

## **2.2 Beton**

Beton adalah 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 tambahan lain (SNI Bahan Bangunan). Berdasarkan umur beton, beton terbagi menjadi dua macam, yaitu beton segar dan beton keras. Beton segaryaitu campuran semen, air, dan agregat yang belum mengalami perubahan karakteristik, sedangkan beton keras adalah campuran semen, air, dan agregat yang telah mengalami beberapa perubahan karakteristik.

Beton merupakan salah satu dasar bangunan yang memiliki beberapa

keunggulan dalam penggunaannya pada suatu konstruksi bangunan. Beton memiliki kemampuan untuk menahan gaya tekan yang diterima oleh konstruksi beton tersebut, namun beton kekuatannya rendah dalam menahan gaya tarik sehingga mudah mengalami keretakan. Karakteristik beton yang dapat berubah berdasarkan fase umur beton juga dapat difungsikan sebagai bahan pembentuk dari design konstruksi yang telah direncanakan. Ketika campuran beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk, beton dapat ditempatkan dan dibentuk sesuai dengan cetakan dari beton itu sendiri atau biasa disebut perancah (*bekisting*). Pada umumnya perancah biasa terbuat dari kayu atau besi. Perancah yang terbuat dari kayu biasanya hanya sekali pakai dan tidak dapat dipergunakan lagi, beda halnya dengan perancah yang terbuat besi yang dapat dipergunakan berulang kali.

Pelaksanaan pekerjaan beton selain dapat dilaksanakan di lokasi proyek juga dapat dikerjakan di tempat lain, kemudian dikirimkan ke lokasi proyek setelah beton mengeras, metoda pelaksanaan pekerjaan beton ini disebut beton *pre cast*. Beton *pre cast* ini biasanya dilaksanakan pada bagian konstruksi tertentu.

Penggunaan beton sebagai bahan dasar bangunan secara khusus dalam bidang transportasi memberikan pengaruh besar dalam roda perkembangan zaman. Adapun penggunaan konstruksi beton pada bidang transportasi yaitu pada konstruksi jembatan, konstruksi underpass, konstruksi fly over, konstruksi bangunan bandara, terminal, dermaga, stasiun kereta api, serta konstruksi perkerasan jalan.

Beton bertulang merupakan material gabungan antara beton dan baja, yang banyak digunakan pada konstruksi di Indonesia. Material beton ini mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan material bangunan lainnya :

1. Lebih murah.
2. Mudah dibentuk sehingga material beton cocok digunakan untuk fungsi arsitektural (dapat dibentuk) dan structural.
3. Ketahanan terhadap api adalah tinggi, dimana bangunan beton memiliki ketahanan terhadap api selama 1 – 3 jam tanpa harus dilindungi bahan tahan api (untuk bangunan kayu dan baja harus dilindungi bahan tahan api untuk mencapai tingkat ketahanan yang sama).
4. Mempunyai kekakuan yang tinggi, dimana kekakuan dan massa yang lebih besar sehingga dapat mengurangi goyangan akibat angin dan getaran lantai (akibat pengaruh beban berjalan).
5. Biaya perawatan yang rendah.
6. Materialnya mudah diperoleh, dimana Pasir, kerikil, semen, air dan fasilitas pencampuran beton mudah diperoleh dan baja tulangan lebih mudah dibawa ke lokasi konstruksi dibandingkan profil baja.

Namun adapun beberapa kekurangan beton dibandingkan material lainnya:

1. Rawan akan retak.
2. Kekuatan tariknya rendah kira-kira 0,1 f'c kuat tekannya, dan jika tidak diberikan penulangan yang tepat akan terjadi retak.
3. Membutuhkan bekisting (form-work) dan perancah selama konstruksi, dimana diperlukannya bekisting (acuan) untuk membentuk penampang, diperlukannya sistem perancah untuk menahan beton yang belum mengeras hingga beton tersebut mencapai kekuatan yang memadai, biaya tambahan tenaga kerja dan material, yang tidak akan ada bilamana digunakan material bangunan lain

seperti baja atau kayu.

4. Rasio kekuatan per unit volume relatif rendah.
5. Perubahan volume dengan bertambahnya waktu , Beton dan Baja mengalami perpendekan dan perpanjangan yang relatif sama akibat suhu, beton dapat mengalami susut, yang dapat menyebabkan defleksi tambahan dan keretakan, beton juga mengalami rangkakan pada saat menahan beban tetap, yang menyebabkan peningkatan defleksi seiring dengan bertambahnya waktu.

### **2.3 Material Pembentuk Beton**

Beton merupakan campuran agregat halus, agregat kasar, air, dan semen portland. Dalam hal ini penulis akan menjelaskan masing-masing bahan pembentuk beton tersebut.

#### **2.3.1 Semen**

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah agregat halus dan air, semen akan menjadi pasta semen. Dan jika digabungkan dengan agregat kasar pasta semen akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras. Semen yang paling banyak digunakan untuk bahan konstruksi yaitu semen Portland. Menurut ASTM C-150, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi

utamanya adalah kapur (CaO), silica (SiO<sub>3</sub>), alumina Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya terkadang ditambahkan oksida besi, sedangkan gipsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3,12 dan 3,16 serta berat volume sekitar 1500 kg/m<sup>3</sup> (Nawy dalam (Ed.), 2004).

Semen portland diklasifikasikan dalam 5 jenis sebagai berikut:

1. Jenis I - Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II - Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III- Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV- Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V - Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

**a. Semen PCC**

Indonesian Standard : SNI 15-7064-2004

European Standard : EN 197-1:2000 (42.5 N & 42.5 R)

PCC (Portland Composite Cement) digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan penggunaan Semen Portland Jenis I dengan kuat

tekan yang sama. PCC mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan Semen Portland Jenis I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus.

Semen portland komposit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips 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), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit.

Semen portland komposit dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti: pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya. (M.Sitompul, 2010)

#### **b. Persyaratan Mutu Semen PCC (SNI 15-7064-2004)**

##### **1. Syarat Kimia**

Syarat kimia untuk semen portland komposit:

SO<sub>3</sub> maksimum 4,0 %.

##### **2. Syarat Fisika**

Untuk syarat fisika pada semen PCC ditunjukkan pada **Tabel 2.1**

**Tabel 2.1** Persyaratan Fisika Semen PCC

| No | Uraian   | satuan             | Persyaratan  |
|----|--|--------------------|--|
| 1  | Kehalusan dengan alat blaine   | m <sup>3</sup> /Kg | min. 280   |
| 2  | Kekekalan bentuk dengan autoclave: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pemuaian</li><li>• Penyusutan</li></ul>               | %                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• maks. 0,80</li><li>• maks.0,20</li></ul>                 |
| 3  | Waktu pengikatan dengan alat vicat: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pengikatan awal</li><li>• Pengikatan akhir</li></ul> | Menit              | <ul style="list-style-type: none"><li>• min. 45</li><li>• maks. 375</li></ul>                    |
| 4  | Kuat tekan : <ul style="list-style-type: none"><li>• Umur 3 hari</li><li>• Umur 7 hari</li><li>• Umur 28 hari</li></ul>          | Kg/cm <sup>2</sup> | <ul style="list-style-type: none"><li>• min. 125</li><li>• min. 200</li><li>• min. 250</li></ul> |
| 5  | Pengikatan semu: <ul style="list-style-type: none"><li>• Penitrasi akhir</li></ul>   | %                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• min. 50</li></ul>  |

|   |                              |          |          |
|---|------------------------------|----------|----------|
| 6 | Kandungan udara dalam mortar | % volume | maks. 12 |
|---|------------------------------|----------|----------|

Sumber : SNI 15 7064-2004

Salah satu pengujian yang dapat mengindikasikan pada spesifikasi adalah dengan pengujian berat jenisnya. Berat jenis semen portland pada umumnya berkisar antara 3.00 – 3.20 dengan angka rata-rata 3.15 (ASTM C. 188).

Berat jenis semen dapat dihitung dengan rumus 2.1 :

$$B_j = \frac{w}{(V_2 - V_1)} * d \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

B<sub>j</sub> =Berat Jenis semen portland (gr/mL)

W =Berat semen portland (gr)

V<sub>1</sub> = Volume awal kerosine setelah dikondisikan selama ±15 menit(mL).

V<sub>2</sub> =Volume akhir semen + kerosine setelah dikondisikan selama ±15menit(mL).

d = Berat jenis air pada suhu ruang yang tetap (gram/mL)

### 2.3.2 Air

Air merupakan unsur yang penting dalam pembentukan beton, air berperan dalam reaksi kimia antara semen dan air sehingga dapat mengikat semua unsur yang ada dalam beton. Selain itu air dalam beton berperan dalam *workability* beton segar.

SKSNI S-04-1989-F mensyaratkan air yang dapat digunakan sebagai

bahan bangunan sebagai berikut:

1. Air harus bersih;
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual;
3. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter;
4. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/ liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m sebagai  $SO_3$ ;
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%;
6. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisis secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya; dan
7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 p.p.m

### **2.3.3 Agregat**

Agregat merupakan bahan pengisi dari campuran beton, volume agregat pada beton mencapai 60% - 70%. Berdasarkan ukuran butir agregat, agregat pada beton dibedakan menjadi agregat halus dan agregat kasar.

#### **1. Agregat Halus**

Agregat Halus berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu

dan mempunyai ukuran butir maksimum 4,75 mm.

Adapun persyaratan agregat halus berdasarkan standard yang dikeluarkan oleh PUSLITBANG PU adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras, dengan indeks kekerasan  $\leq 2,2$ .
- b. Butir-butir agregat halus harus memiliki sifat kekal, artinya butiran tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan. Untuk penentuan sifat kekal, maka butiran agregat halus diuji menggunakan larutan jenuh garam sulfat. Adapun syarat untuk penentuan sifat kekal adalah sebagai berikut:
  - Apabila diuji menggunakan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%.
  - Apabila diuji menggunakan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Kadar lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka agregat harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak. Untuk mengetahui hal tersebut dapat dilakukan dengan percobaan warna dari Abrams-Herder, yaitu dengan merendam agregat halus dalam larutan 3% NaOH. Cairan diatas endapan, tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini masih dapat dipakai, apabila kekuatan tekan adukan agregat 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.

- e. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beranekan ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
  - Sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2 % berat.
  - Sisa diatas ayakan 1,2 mm, harus minimum 10 % berat.
  - Sisa diatas ayakan 0,3 mm, harus minimum 15 % berat.
- f. Untuk beton dengan keawetan yang tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
- g. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.
- h. Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan diatas.

## **2. Agregat Kasar**

Agregat Kasar berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 – 40 mm. Besar butir maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud pemakaian.

Adapun persyaratan dan mutu agregat kasar adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- b. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dan panjang hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih dan panjangnya tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya.
- c. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan. Untuk penentuan sifat kekal, butiran agregat halus diuji menggunakan larutan jenuh garam sulfat. Adapun syarat untuk penentuan sifat kekal adalah sebagai berikut:
  - Apabila diuji menggunakan Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12%.
  - Apabila diuji menggunakan Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- e. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.
- f. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  - Sisa diatas ayakan 38 mm, harus 0 % berat.
  - Sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98 % berat.
  - Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan,

maksimum 60 % dan minimum 10 % berat.

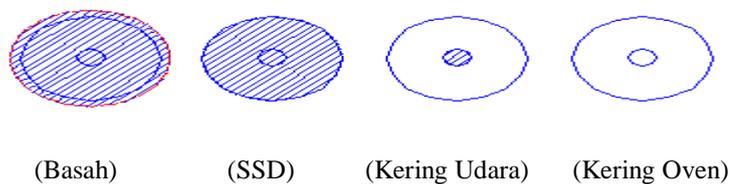
- g. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

### 3. Pengujian agregat

Sebelum digunakan sebagai campuran beton, agregat harus dipastikan memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan, untuk itu terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap agregat yang akan dipakai. Pengujiannya antara lain :

#### 1. Berat jenis dan penyerapan air

Agregat merupakan bahan pengisi beton yang memiliki rongga-rongga atau pori-pori yang dapat terisi dengan air atau udara. Hal ini perlu diperhatikan karena air atau udara yang terkandung di dalam agregat dapat mempengaruhi proses pembuatan beton. Ada empat keadaan kandungan air dalam agregat yang mungkin terjadi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.1** Keadaan kandungan air pada agregat

Dalam pembuatan beton, air yang diserap oleh agregat akan tetap berada dalam agregat, sedangkan air bebas akan bercampur dengan semen dan dapat berfungsi sebagai air pembentuk pasta semen. Air bebas ini akan mempengaruhi

factor air semen ( w/c ) ratio dari beton yang akan dibuat.

Berat jenis kering (curah) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25<sup>0</sup>C.

Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25<sup>0</sup>C.

Berat jenis semu (*apparent*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25<sup>0</sup>C.

Penyerapan air (*water absorption*) adalah perbandingan berat air yang dapat diserap terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen.

Berat jenis dan penyerapan air agregat perlu diketahui, selain menentukan mutu agregat juga diperlukan dalam perancangan campuran dan pengendalian mutu beton.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan bj dan penyerapan air untuk agregat halus adalah:

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{B_j}{B_j + B_p - B_{pj}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Berat Jenis Bulk} = \frac{B_k}{B_j + B_p - B_{pj}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Berat Jenis Apparent} = \frac{B_k}{B_k + B_p - B_{pj}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \dots\dots\dots$$

(2.5)

Keterangan :

$B_j$  = Berat benda uji SSD (gram)

$B_p$  = Berat Piknometer + Air (gram)

$B_{pj}$  = Berat Piknometer + Benda Uji + Air (gram)

$B_k$  = Berat benda uji kering oven (gram)

2. Bobot isi padat dan gembur

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat agregat dengan volume yang ditempatinya. Hal ini dapat digunakan untuk mempermudah perhitungan campuran beton bila kita menimbang agregat dengan ukuran volume. Untuk mengetahui atau mendapatkan berat agregat dalam campuran beton dapat dilakukan dengan cara mengalikan volume dengan berat isinya. Bobot isi baik gembur maupun padat dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$\text{Bobot Isi} = \frac{W_{cal} - W_c}{V_c} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

$W_{cal}$  = Berat bejana + Agregat (gram)

$W_c$  = Berat bejana (gram)

$V_c$  = Voume Bejana (cm<sup>3</sup>)

3. Kadar lolos ayakan no.200

Kadar lumpur pada agregat dapat menurunkan kekuatan, karena lumpur

yang sangat halus dapat menghambat proses hidrasi antara semen dan air, sehingga terbentuknya Calsium Silikat Hidrat atau dalam semen dinamakan Tobermorin, menjadi terhambat. Kadar lumpur yang tinggi juga dapat menyebabkan nilai creep (rangkak) pada beton menjadi tinggi. Kadar lumpur diuji dengan cara penyaringan basah yaitu menggunakan saringan 0.075 mm ( No. 200).

Jumlah lumpur dalam agregat yang akan digunakan berdasarkan ASTM 117-95 tentang *Test Method for Materials Finers than 75- $\mu$ m (No.200) Sieve in Mineral Agregates by Washing* yaitu kadar lumpur agregat halus tidak melebihi 5% dan kadar lumpur agregat kasar tidak melebihi 1%. Jika kadar lumpur melebihi yang telah ditentukan maka agregat harus dicuci.

Perhitungan kadar lumpur yang ada dalam agregat dapat menggunakan persamaan dibawah ini

$$\text{Kadar Lumpur (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$W_1$  =Berat kering benda uji awal dalam keadaan kering oven (gram)

$W_2$ =Berat kering benda uji sesudah pencucian dalam keadaan kering oven (gram)

#### 4. Kadar zat Organik

Zat organik berasal dari penghancuran zat-zat tumbuhan yang berbentuk humus dan lumpur organik. Keberadaan zat organik dalam agregat halus pada pembuatan beton akan memperlambat pengikatan semen. Pengujian ini berdasarkan ASTM 40-92 tentang *Test Method for Organic Impurities in Fine Agregates for Concrete*.

Alat untuk menguji adanya zat organik dalam agregat halus disebut Kalorimeter. Pengujian Kalorimeter dilakukan dengan penetralan zat organik dengan larutan NaOH kadar 3%, didiamkan selama  $\pm 24$  jam kemudian dilakukan pengamatan warna yang terjadi dan dibandingkan dengan warna standar. Dari hasil pengamatan, jika warna lebih tua dari larutan pembanding maka kadar zat organik dalam agregat halus tinggi. Sedangkan jika warna lebih muda dari larutan pembanding maka kadar zat organik dalam agregat halus rendah.

#### 5. Gradasi (Analisa ayak)

Analisis ayak adalah salah satu pengujian agregat untuk menentukan susunan butir agregat. Susunan butir agregat (gradasi) yang baik adalah gradasi menerus, yaitu susunan agregat yang butirnya terdiri dari butiran halus hingga kasar secara beratur. Gradasi menerus ini sangat baik digunakan pada campuran beton karena butirannya akan saling mengisi sehingga akan diperoleh beton dengan kepadatan yang tinggi, mudah dikerjakan dan mudah dialirkan.

Mutu gradasi agregat, selain ditentukan terhadap distribusi butiran, beberapa standar mensyaratkan atas dasar angka modulus kehalusan (*Fineness Modulus*). Modulus kehalusan adalah jumlah presentase tertahan kumulatif untuk satu seri ukuran ayakan yang kelipatan dua, dimulai dari ukuran terkecil 0,15 mm dibagi 100.

ASTM C.33 dan SK SNI S- 04-1989 F, mensyaratkan nilai FM agregat halus untuk aduk dan beton masing masing : 2.3-3.1 dan 1.5-3.8, sedangkan untuk agregat kasar SK SNI S-04-1989, mensyaratkan 6.0-7.1.

Susunan butir agregat halus menurut *British Standart* dibagi dapat dilihat

pada Tabel 2.2. Susunan butir tersebut dibagi menjadi 4 zone, yaitu :

- *Zone 1 (Overall grading )*
- *Zone 2 ( Corse Grading )*
- *Zone 3 ( Medium Grading )*
- *Zone 4 ( Fine Grading )*

**Tabel 2.2 Susunan butir agregat halus menurut *British Standard* (BS)**

| Ukuran Ayakan | % Tembus Kumulatif |          |          |          |          |
|---------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|
|               | ( mm )             | Zone 1   | Zone 2   | Zone 3   | Zone 4   |
| <b>9,6</b>    |                    | 100      | 100      | 100      | 100      |
| <b>4,8</b>    |                    | 90 – 100 | 90 – 100 | 90 – 100 | 95 – 100 |
| <b>2,4</b>    |                    | 60 – 95  | 75 – 100 | 85 – 100 | 95 – 100 |
| <b>1,2</b>    |                    | 30 – 70  | 55 – 90  | 75 – 79  | 90 – 100 |
| <b>0,6</b>    |                    | 15 – 34  | 35 – 55  | 60 – 79  | 80 – 100 |
| <b>0,3</b>    |                    | 5 – 20   | 8 – 30   | 12 – 40  | 5 – 50   |
| <b>0,15</b>   |                    | 0 – 10   | 0 – 10   | 0 – 10   | 0 – 15   |

*Sumber : SNI 03-1968-1990/BS 410-1986*

**Tabel 2.3 Susunan butir agregat kasar menurut *British Standard* (BS)**

| Ukuran Ayakan | % Tembus Kumulatif |          |        |        |
|---------------|--------------------|----------|--------|--------|
|               | ( mm )             | Zone 1   | Zone 2 | Zone 3 |
| <b>38,10</b>  |                    | 95 – 100 | 100    |        |

|              |         |          |         |
|--------------|---------|----------|---------|
| <b>19,00</b> | 30 – 70 | 95 – 100 | 100     |
| <b>9,52</b>  | 10 – 35 | 25 – 55  | 40 – 85 |
| <b>4,76</b>  | 0 – 5   | 0 – 10   | 0 - 10  |

*Sumber : SNI 03-1968-1990/BS 410-1986*

## 2.4 Pengujian Beton Segar

Pengujian ini dilakukan setelah melakukan proses pengadukan sesuai dengan hasil perencanaan. Adapun pengujian yang dilakukan pada beton segar salah satunya adalah Pengujian kelecakan beton (*slump test*).

Percobaan slump diperkenalkan oleh Chapman di USA (1913) dengan menggunakan alat kerucut terpancung yang berukuran sebagai berikut :

1. Diameter puncak = 100 mm
2. Diameter dasar = 200 mm
3. Tinggi = 300 mm

Kelecakan adukan beton yang masih segar perlu mendapatkan perhatian, karena banyak dipengaruhi pada kemampuan dalam pengerjaan. Beton yang kurang lecek atau kering , mudah menimbulkan pemisahan butir – butir beton, serta beton tidak jadi homogen akibatnya beton menjadi tidak seragam. Pengujian alat slump digunakan untuk mengetahui nilai kemudahan pengerjaan beton, yang nantinya berhubungan dengan kadar air dalam campuran beton.

**Tabel 2.4** Nilai Slump Berdasarkan PBI 1971

| No | Jenis pekerjaan beton | Slump (mm)   |             |
|----|-----------------------|--------------|-------------|
|    |                       | Maksi<br>mum | Mini<br>mun |
|    |                       |              |             |

|   |  |     |    |
|---|--|-----|----|
| 1 | Dinding, Pelat Pondasi dan Pondasi telapak bertulang       | 125 | 65 |
| 2 | Pondasi telapak tidak bertulang dan konstruksi bawah tanah | 90  | 25 |
| 3 | Pelat, Balok, Kolom dan Dinding                            | 150 | 75 |
| 4 | Pengerasan jalan   | 75  | 50 |
| 5 | Pembeton masal   | 75  | 25 |

*Sumber : PBI 1971*

## 2.5 Pengujian Kekuatan Beton

Pengujian kekuatan beton dilakukan pada saat beton telah mengalami perubahan karakteristik dari beton itu sendiri, yaitu pada umur beton 7, 21, 28 hari. Adapun analisa kekuatan beton yang dilakukan pada kajian ini adalah Uji Kuat Tekan Beton.

Kekuatan tekan beton adalah muatan tekan maksimum yang dapat dipikul oleh beton persatuan luas. Kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai serta untuk mengendalikan mutu beton dan untuk tujuan persyaratan spesifikasi. Cara yang digunakan untuk pemeriksaan kekuatan tekan beton adalah dengan menggunakan mesin tekan.

Prinsip pengujian kuat tekan beton dengan alat mesin tekan adalah mengukur besarnya beban yang dapat dipikul oleh satu satuan luas beton (benda uji) sampai benda uji itu hancur / rusak.

Rumus umum tegangan, adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

P = Tekanan (N)

A = Luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

σ = Tegangan (MPa)

Rumus kuat tekan beton, adalah:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

f<sub>c</sub> = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Tekanan (N)

A = Luas Bidang Tekan (mm<sup>2</sup>)

Rumus kuat tekan rata-rata, adalah

$$f'_{c_r} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{c_i}}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

n = jumlah benda uji

Rumus kuat tekan spesifik atau karakteristik yang dipakai, adalah:

$$f'_c = f'_{c_r} - k \cdot SD \dots\dots\dots(2.11)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c_i} - f_{c_r})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Berdasarkan bentuk dan ukuran benda uji, untuk pemeriksaan kuat tekan pada umumnya terdiri dari (PBI 1971):

1. Kubus ukuran 15x15x15 cm, dengan perbandingan kekuatan 1,0
2. Kubus ukuran 20x20x20 cm, dengan perbandingan kekuatan 0,95
3. Silinder ukuran 15x30cm, dengan perbandingan 0,83

Selanjutnya data kuat tekan umur 28 hari dapat dihitung berdasarkan data kuat tekan pada umur lainnya, yaitu dengan menggunakan angka konversi Menurut PBI 1971. Adapun angka koreksi uji kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.5 Angka konversi uji kuat tekan beton PBI 1971**

| <b>UMUR BETON<br/>(HARI)</b> | <b>3</b>    | <b>7</b>    | <b>14</b>   | <b>21</b>   | <b>28</b>   | <b>90</b>   | <b>365</b>  |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>PC, Type I</b>            | <b>0,40</b> | <b>0,65</b> | <b>0,88</b> | <b>0,95</b> | <b>1,00</b> | <b>1,20</b> | <b>1,35</b> |
| <b>PC, Type III</b>          | <b>0,55</b> | <b>0,75</b> | <b>0,90</b> | <b>0,95</b> | <b>1,00</b> | <b>1,15</b> | <b>1,20</b> |

*Sumber : PBI 1971*

## **2.6 Hipotesis**

Serbuk besi mengandung mineral utama magnetit ( $Fe_3O_4$ ) berasosiasi dengan titanomagnetit dengan sedikit magnetit dan hematit yang disertai dengan Fosfor (P) Kalsium (Ca) Krom (Cr) Mangan (Mn) Besi (Fe) Nikel (Ni) Tembaga (Cu) Brom (Br) Lantanum (La) Iterbium (Yb) Seng (Zn) Renium (Re) Rubidium (Rb) Vanadium (V) Europium (Eu) senyawa Silikon ( $SiO_2$ ). Serbuk besi pada umumnya mempunyai komposisi utama besi oksida ( $Fe_2O_3$ ), silikon oksida ( $SiO_2$ ), serta senyawa-senyawa lain dengan kadar yang lebih rendah. Senyawa

silikon oksida inilah yang nantinya akan memberikan keuntungan terhadap penggunaan serbuk besi pada struktur (beton), sifat kimiawi serbuk besi yang mengandung ( $\text{SiO}_2$ ) membantu kinerja semen sebagai bahan pengikat.

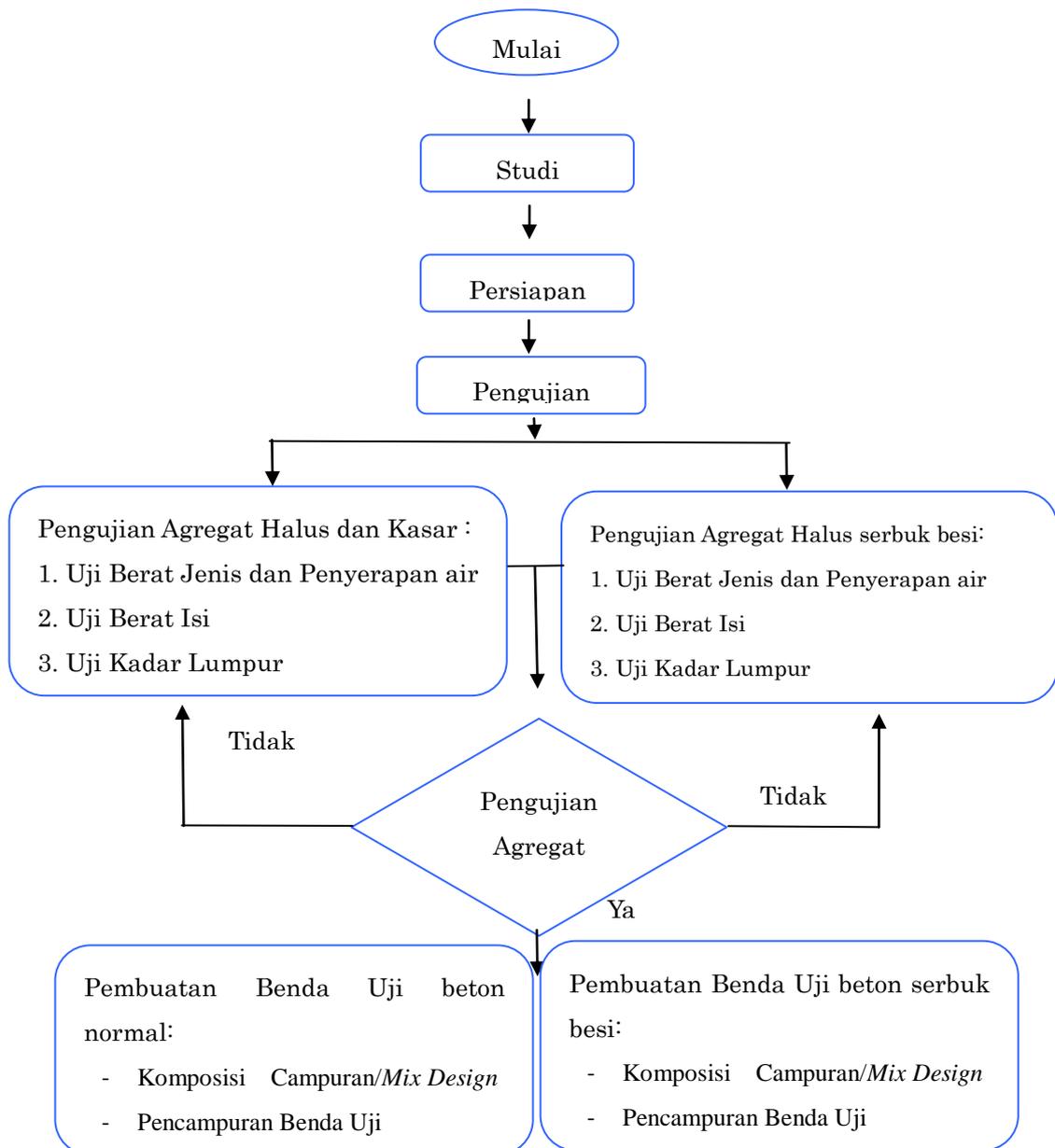
Karena melihat dari kondisi fisik, sifat-sifat serbuk besi maka penulis menyakini bahwa semakin besar prosentase campuran serbuk besi terhadap campuran beton akan semakin meningkatkan kuat tekan beton itu sendiri, Sehingga penulis mengharapkan dengan penelitian ini material serbuk besi dari bijih besi dapat dijadikan alternatif pengganti pasir pada campuran beton.

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

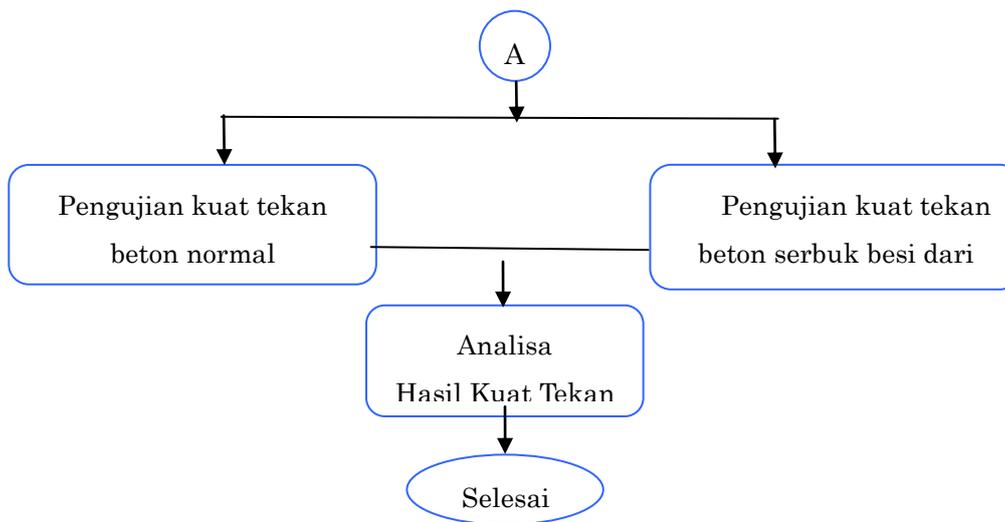
### 3.1 Umum

Analisa kuat tekan beton menggunakan serbuk besi dari bijih besi dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



A

---



Gambar 3.1: Diagram Alur Kerja Penyelesaian Topik Khusus

Dalam melakukan analisa kuat tekan pada penelitian ini penulis menggunakan serbuk besi dari bijih besi sebagai bahan penggantinya. Penulis perlu melakukan penjabaran langkah - langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dari mulai pencarian studi literatur, persiapan bahan, pengujian bahan sampai pada analisa kuat tekan beton.

### 3.2 Persiapan Bahan

Pada pembuatan campuran beton, bahan-bahan seperti agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi diperoleh dari Laboratorium Universitas Sangga Buana/YPKP Bandung, sedangkan untuk bahan pengganti yaitu serbuk besi dari bijih didapat dari *quarry* daerah Kab.Pasuruan Jawa Timur .

### 3.3 Pengujian Bahan

Setelah melakukan persiapan alat dan bahan, maka tahapan selanjutnya adalah pengujian bahan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui mutu bahan yang digunakan untuk campuran beton sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa pengujian bahan, berikut

penjelasannya :

Pengujian bahan berupa perekat (semen) dan agregat dilakukan berdasarkan standar yang berlaku. **Tabel 3.1** menjelaskan mengenai Pengujian bahan sesuai dengan standar sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Jenis Pengujian dan Standar

| No. | Jenis Pengujian  | Metoda Pengujian                     |
|-----|--|--------------------------------------|
| 1.  | Berat Jenis Semen <i>Portland</i>                          | SNI 15-7064-2004                     |
| 2.  | Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan kasar | SNI 03-1969-1990<br>SNI 03-1970-1990 |
| 3.  | Uji Bobot Isi Padat dan Gembur Agregat Halus dan Kasar     | SNI 03-1973-1990                     |
| 4.  | Uji Kadar Zat Organik                                      | SNI 03-2816 -1992                    |
| 5.  | Uji Gradasi (Analisa ayak) Agregat Halus dan Kasar         | SNI 03-1968-1990                     |

*Sumber: SNI Beton*

### 3.3.1 Alat

1. Timbangan, ketelitian 0,01 gram, kapasitas >2000 gram.



2. Oven, digunakan untuk membuat agregat kering oven.



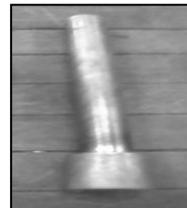
3. Kain penyerap, digunakan untuk membuat agregat kering permukaan
4. Pikhometer / Gelas Ukur, kapasitas minimal 500 ml.



5. Pelat Kaca, ukuran 15 x 15 cm.



6. Kerucut terpancung, diameter atas 40 mm dan diameter bawah 90 mm, tebal 0,8 mm, terbuat dari logam + batang penumbuknya



7. Saringan No. 4 : 4,75 mm.



8. Batang Penumbuk, terbuat dari baja dengan berat  $(340\pm 15)$  gram dan  $\emptyset$  permukaan penumbuk  $(25\pm 3)$  mm.
9. Nampan/Bejana, terbuat dari bahan yang tidak mudah menyerap air (baja atau gelas).

### **3.3.2 Bahan**

1. Agregat kasar : Agregat tertahan saringan no.4 (4.75 mm) yang diperoleh dari proses sampling.
2. Agregat Halus : Agregat lolos saringan no.4 (4.75 mm) yang diperoleh dari proses sampling.
3. Pasir besi dari Kab.Tasikmalaya
4. Air suling atau air bersih dan tisu.

### **3.3.3 Prosedur Pengujian**

#### **1. Agregat Halus**

- a. Siapkan semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
- b. Ayak benda uji dengan ayakan 4,75 mm, lalu hitung persentase yang tertahan dan yang lolos.
- c. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- d. Setelah dicuci bersih kemudian rendam benda uji dalam air pada suhu  $\pm 24$  jam.
- e. Keluarkan benda uji dari air, lalu pisahkan antara yang kasar ( $<4,75$  mm) dan yang halus ( $>4,75$  mm).

- f. Masukkan agregat yang lolos ( $<4,75$  mm) ke dalam kerucut terpancung dalam 3 lapisan, yang masing-masing lapisan ditumbuk 8 kali dan ditambah satu kali penumbukan untuk bagian atasnya, seluruhnya 25 kali penumbukan.
- g. Angkat kerucut perlahan-lahan secara vertikal ke atas. Perhatikan ! Sebelum diangkat, cetakan harus dibersihkan dari butiran-butiran yang berada di luar cetakan.
- h. Periksa bentuk agregat yang terjadi, setelah kerucut diangkat. Ada 3 (tiga) kemungkinan bentuk agregat yang terjadi seperti yang ditunjukkan gambar 2.1 Jika agregat kering, maka agregat perlu ditambah air dengan cara dipercikan. Jika agregat basah, maka agregat perlu dikeringkan dahulu sampai didapat bentuk SSD.
- i. Setelah SSD dicapai, timbang agregat halus SSD tersebut.
- j. Isi bejana gelas (piknometer) dengan air hingga penuh, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak dalam piknometer dengan menggunakan spatula atau kawat.
- k. Tambahkan air hingga piknometer penuh, lalu tutup rapat dengan tutup kaca, kemudian timbang berat piknometer + air + tutup kaca.
- l. Keluarkan air dari piknometer ( $\pm \frac{1}{2}$  isi piknometer), lalu masukkan benda uji yang sudah dalam keadaan SSD tersebut diatas, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak.
- m. Tambahkan kembali air hingga penuh, lalu tutup kembali dengan tutup kaca perlahan-lahan (tanpa ada gelembung yang terjebak) kemudian timbang berat piknometer + air + agregat + tutup kaca.

- n. Keluarkan benda uji dari piknometer perlahan-lahan dan tampung dalam cawan, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 110° C sampai berat tetap.
- o. Keluarkan benda uji dari oven, lalu timbang berat benda uji kering tersebut (Bk).

## **2. Agregat kasar**

- a. Siapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan.
- b. Benda uji di cuci untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat.
- c. Setelah dicuci bersih, kemudian rendam benda uji dalam air pada suhu kamar kurang lebih 24 jam.
- d. Keluarkan benda uji dari air, lalu lap dengan kain lembab sampai selaput air pada permukaan agregat hilang (agregat ini dinyatakan dalam keadaan jenuh air kering permukaan atau SSD). Perhatikan untuk butiran yang besar-besar, pengeringan dengan lap lembab harus satu persatu.
- e. Timbang benda uji dalam keadaan SSD tersebut.
- f. Isi bejana dengan air, masukkan benda uji yang sudah dalam keadaan SSD tersebut, lalu hilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak.
- g. Keluarkan benda uji dari keranjang secara perlahan dan tampung dalam cawan, kemudian keringkan dalam oven sampai berat tetap.
- h. Timbang benda uji kering tersebut (Bk).

Catatan : untuk butiran yang besar, pengeringan dengan lap dilakukan satu persatu.

Perhitungan :

a. Berat jenis curah =

$$\frac{BK}{B + 500 - BT} \dots\dots\dots(3.1)$$

(*bulk specific gravity*)

b. Berat jenis kering permukaan jenuh =

$$\frac{500}{B + 500 - BT} \dots\dots\dots(3.2)$$

(*saturated surface dry*)

c. Berat jenis semu =

$$\frac{BK}{B + 500 - BT} \dots\dots\dots(3.3)$$

(*apparenat specific gravity*)

d. Penyerapan air =

$$\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

(*apparenat specific gravity*)

Keterangan:

- B : Berata Agregat dalam keadaan basah
- BK : Berat Agregat dalam keadaan kering oven
- BT : Berat Agregat dalam keadaan SSD

**3.3.4 Pengujian Berat Isi**

Referensi :

- a. SNI 03-1973-1990 : Metoda pengujian bobot isi agregat
- b. SNI 03-3676-1999 : Metoda pengujian berat isi agregat.

Tujuan :

Menentukan berat isi atau bobot isi agregat kasar dan agregat halus dalam kondisi lepas dan padat.

Alat dan Bahan :

**1. Alat**

- a. Timbangan

- b. Batang Pemasat
- c. Container
- d. Alat Perata
- e. Sendok Sekop
- f. Spliter
- g. Kuas
- h. Ember
- i. Nampan

## **2. Bahan**

Contoh agregat dikeringkan di udara, lalu dicampur rata. Kemudian contoh agregat diambil sebagian, pengambilan contoh benda uji dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

### **a. Cara *Quartering***

Contoh agregat diaduk dan diunggokkan menyerupai bukit berbentuk lingkaran. Lingkaran ini dibagi empat, dua bagian yang berhadapan dicampur dan yang lainnya dipisahkan. Pekerjaan ini dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan jumlah contoh yang cukup untuk percobaan bobot isi padat dan gembur agregat kasar dan agregat halus.

### **b. Cara *Riffle Sampler***

Contoh agregat diaduk dan dimasukkan ke dalam *Riffle Sampler*, dimana alat ini dengan sendirinya membagi contoh agregat menjadi dua bagian. Terhadap salah satu bagian dilakukan pemisahan dengan *Riffle Sampler* lagi. Pekerjaan ini dilakukan sehingga dicapai jumlah contoh yang cukup untuk percobaan bobot isi padat dan gembur agregat kasar dan agregat halus

### 3. Prosedur Pengujian

#### a. Bobot isi gembur :

- Timbang berat container ( $W_c$ ) yang telah diketahui volumenya ( $V_c$ ).
- Masukkan campuran agregat dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas container dengan menggunakan sendok/ sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan container dengan alat perata.
- Timbang berat container + isi = ( $W_{cac}$ )
- Hitung :

$$\text{Bobot isi} = \frac{W_{cac} - W_c}{V_c} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

.....(3.5)

$V_c$

#### b. Bobot isi padat :

- Ambil container isi, untuk agregat kasar volumenya 7.115 L, sedangkan untuk agregat halus volumenya 2.642 L.
- Timbang container ( $W_c$ ) + tutupnya.
- Masukkan campuran agregat ke dalam container tersebut  $\pm 1/3$  bagian lalu tusuk-tusuk dengan batang pemadat sebanyak 25 kali.
- Ulangi hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga.
- Untuk lapisan terakhir, masukkan campuran agregat kasar sehingga melebihi permukaan atas container (sampai meluap) lalu tusuk-tusuk kembali sebanyak 25 kali.
- Ratakan permukaan campuran agregat dengan alat perata.
- Untuk agregat yang besar, ambil kelebihan kelebihan agregat atur

sedemikian rupa sehingga volume agregat yang berada di atas batas container kurang lebih sama dengan volume rongga di permukaan.

- Timbang container + isi = (Wcac)
- Hitung :

$$\text{Bobot isi} = \frac{W_{cac} - W_c}{V_c} \quad (\text{gr/cm}^3) \dots \dots \dots (3.6)$$

### 3.3.5 Pengujian Kadar Lumpur

Referensi :

- PBI 1971: Tentang persyaratan kadar lumpur agregat halus dan kasar lolos saringan No. 200
- SNI 03-4142-1996 : Metoda pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200

Tujuan :

Untuk menentukan atau mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus dan kasar dengan cara laboratorium.

Alat dan Bahan :

#### 1. Alat

- Timbangan
- Saringan No.16 dan No.200
- Cawan
- Oven
- Ember
- Alat Pembagi Contoh (*Riffle sampler*)

## 2. Bahan

- a. Agregat halus dengan berat 1000 gr
- b. Agregat kasar kering oven dengan berat 1500 gr dengan besar butir maksimum 9.6 mm.
- c. Air bersih

## 3. Prosedur Pengujian

- a. Siapkan semua peralatan yang akan digunakan dan pastikan semua dalam kondisi baik.
- b. Timbang cawan yang akan digunakan.
- c. Bagi agregat yang akan diuji dengan alat pembagi (*Riffler Sampler*), lalu masukkan agregat tersebut kedalam cawan kemudian timbang beratnya.
- d. Masukkan agregat kering oven dengan berat tertentu ( $W_1$ ) kedalam cawan (ember) dan tuangkan air bersih kedalamnya hingga agregat terendam.
- e. Aduk agregat agar terpisah dari bagian-bagian yang halus (lumpur), lalu tuangkan suspensi yang kelihatan keruh tersebut dengan perlahan-lahan kedalam susunan ayakan No. 16 dan No.200.
- f. Ulangi langkah 3 dan 4 diatas beberapa kali sampai air cucian (bilasan) dalam cawan / ember nampak jernih.
- g. Bilas butiran-butiran yang tertinggal diatas susunan ayakan hingga air bilasan nampak jernih.
- h. Tampung butiran-butiran yang tertinggal diatas ayakan dan cawan / ember, lalu keringkan butiran / agregat tersebut dalam oven dengan suhu  $110 \pm 5^\circ$  C sampai berat tetap.
- i. Agregat halus / kasar yang sudah dicuci lalu dioven.

Perhitungan :

$$\text{Nilai Bahan Lolos no.200} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

W1 = Berat benda uji sebelum dicuci kering oven (Gr)

W2 = Berat benda uji tertahan no.200 setelah di cuci kering oven (Gr)

### **3.3.6 Pengujian Analisa Saringan**

Referensi :

ASTM C.136-96a : *Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates*

SNI 03-1968-1990. : *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*

Tujuan :

Dapat menentukan distribusi atau prosentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar untuk digunakan dalam campuran beton.

Alat dan Bahan :

#### **1. Alat**

- a. Timbangan, Kapasitas 5 Kg dengan ketelitian 0.1 gr
- b. Riffle sampler, Alat yang terbuat dari logam yang berbentuk persegi yang berfungsi membagi dua agregat menjadi dua bagian yang sama.
- c. Ayakan
- d. Mesin Penggetar
- e. Kuas
- f. Cawan

#### **2. Bahan**

Benda uji diperoleh diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 1 kg.

Prosedur Pengujian :

a. Analisa Ayak Agregat Halus

- Agregat halus dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^0$ , sampai berat tetap.
- Ambil agregat dengan cara yang telah ditentukan, lalu timbang agregat halus tersebut sesuai dengan jumlah (gram) yang telah ditentukan pula.
- Saring benda uji tersebut dengan menggunakan ayakan 4.75mm.
- Setelah diayak, agregat tersebut dibersihkan dengan sikat kawat dimulai dari ayakan lalu ditimbang.
- Untuk agregat halus yang tertahan saringan 4.75mm dipisahkan dan ditimbang

b. Analisa ayak agregat kasar

- Ambil agregat yang dibutuhkan dengan cara pengambilan yang telah ditentukan sesuai dengan jumlah (gr) yang telah ditentukan pula.
- Saring agregat tersebut kedalam ayakan 4.75mm,
- Setelah diayak, agregat yang tertahan ayakan 4.75mm ditimbang masing-masing ayakan.
- Untuk agregat yang lolos ayakan 4.75mm dipisahkan dan ditimbang pula.
- Setelah praktek uji gradasi ini selesai masukkan data kedalam form yang sudah disediakan.

Perhitungan :

$$\% \text{Tertahan di a mm} = \frac{W_1}{W_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

$W_1$  = berat agregat tertahan di ukuran ayakan mm (gram)

$W_{total}$  = berat agregat total (gram)

### 3.4 Pembuatan Benda Uji

#### 3.4.1 Komposisi Campuran / *Mix Design*

Dalam perencanaan pembuatan beton terlebih dahulu dilakukan perancangan pembuatan benda uji yang sering disebut dengan *Mix Design*. *Mix Design* bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran beton dengan kualitas dan kuantitas yang sebaik-baiknya. Namun pada penelitian ini penulis tidak akan menggunakan *Mix Design* sebagai dasar penentuan komposisi benda uji, hal itu disebabkan karena keterbatasan sarana yang terdapat di Laboratorium. Oleh karena itu, pembuatan benda uji beton dilakukan dengan metoda perbandingan volume. Berikut adalah komposisi campuran beton yang akan dibuat akan dijelaskan pada Tabel 3.2 :

**Tabel 3.2** Rencana perbandingan campuran beton

| No           | Sample          | Rencana Campuran | Jenis Pengujian | Dimensi Benda Uji | Jumlah Benda Uji pada Umur |       |       |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|-------|-------|
|              |                 |                  |                 |                   | 7 Hr                       | 14 Hr | Total |
| 1            | Normal          | 1:2:3            | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| 2            | Serbuk besi 15% | 1:(2-15%):3      | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| 3            | Serbuk besi 25% | 1:(2-25%):3      | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| Jumlah Total |                 |                  |                 |                   | 3                          | 3     | 6     |

Sesuai Table 3.2 Rencana perbandingan beton di atas, penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan cara **Perbandingan Volume** . Perbandingan Campuran Beton tersebut sebagai berikut :

1. Volume Silinder:  $V = La.t$

$$V = 3,14 \times 7,5 \times 7,5 \times 30$$

$$V = 5298,75 \text{ cm}^3$$

$$= 0,00529875 \text{ m}^3$$

2. Perbandingan komposisi campuran beton (berat jenis beton)

1 kg semen : 2 kg pasir : 3 kg kerikil

$$\text{Semen} = \frac{1}{6} \times 0,00529875 = 0,000883 \text{ m}^3$$

$$\text{Pasir} = \frac{2}{6} \times 0,00529875 = 0,001766 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregat Kasar} = \frac{3}{6} \times 0,00529875 = 0,00264 \text{ m}^3$$

3. Jumlah kebutuhan material untuk benda uji silinder akan dijelaskan pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Kebutuhan Material Campuran Beton

| Nama<br>Campuran   | 7 Hari dan 14 Hari |      |      |
|--------------------|--------------------|------|------|
|                    | Serbuk besi        |      |      |
|                    | 0%                 | 15%  | 25%  |
| Semen ( kg )       | 2,69               | 2,69 | 2,69 |
| Pasir ( kg )       | 4,45               | 3,78 | 3.34 |
| Serbuk besi ( kg ) | 0                  | 0,80 | 1,20 |
| Kerikil ( kg )     | 6,57               | 6,57 | 6,57 |
| Air ( kg )         | 1,09               | 1,09 | 1,09 |

Kebutuhan campuran beton normal

$$\text{Semen} = 3045 \text{ kg/m}^3 \times 0,000883 \text{ m}^3 = 2,69 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} = 2521 \text{ kg/m}^3 \times 0,001766 \text{ m}^3 = 4,45 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat Kasar} = 2480 \text{ kg/m}^3 \times 0,00264 \text{ m}^3 = 6,57 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} = 205 \text{ kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3 = 1,09 \text{ Kg}$$

### 3.4.2 Pencampuran Benda Uji

Referensi :

- a. SNI 03-2493-1991

Tujuan :

Menyatukan atau menjadi campuran beton yang terdiri dari semen, air dan agregat yang telah ditentukan jumlahnya sebelumnya menjadi suatu adukan yang *homogeny*.

Alat dan Bahan :

**1. Alat**

- a. Mesin Pengaduk
- b. Skop atau sendok
- c. Kotak spesi
- d. Cawan / gelas ukur
- e. Cetakan
- f. Batang pemadat

**2. Bahan**

- a. Semen,
- b. Agregat Kasar,
- c. Agregat Halus,
- d. Air,
- e. Bahan tambah

**3. Prosedur Pengujian**

- a. Siapkan kebutuhan yang telah direncanakan.
- b. Untuk pasir yang dipakai adalah lolos ayakan 12,5 mm dan untuk batu pecah dipakai yang lolos 19 mm dan telah dicuci dengan tujuan untuk mengurangi kadar lumpur.
- c. Nyalakan terlebih dahulu mesin pengadukan, biarkan hingga putaran konstan. Kemudian tuangkan sedikit air (mesin tetap berputar) atur kemiringan molen adukan sehingga air melumasi seluruh permukaan dalam molen.

- d. Masukkan pasir dan batu pecah terlebih dahulu hingga tercampur merata, kemudian masukkan semen.
- e. Masukkan semen sedikit demikian sedikit dan atur kemiringan mesin pengadukkan hingga adukan tercampur dengan sempurna.
- f. Setelah adukan homogen tuangkan adukan ke dalam kotak spesi.
- g. Segera tuangkan ke dalam cetakan yang telah disediakan dengan menggunakan skop atau sendok besar sambil dipadatkan dengan batang pemadat sebanyak 3 (tiga) lapisan adukan.

### **3.4.3 *Slump Test***

Referensi :

1. ASTM C.143a-97
2. SNI 03-1972-1990

Tujuan :

Mampu melakukan penentuan nilai kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas beton segar dengan mengukur penurunan beton segar setelah dipadatkan dengan alat slump, dalam satuan panjang (mm atau cm).

Alat dan Bahan :

#### **1. Alat**

- a. *Slump Test Meter*
- b. Meteran
- c. Sendok Spesi dan Ruskam

#### **2. Bahan**

Beton segar (yang diambil segera setelah selesai pengadukan).

### **3. Prosedur Pengujian**

- a. Bersihkan peralatan slump dengan alat bantu, kemudian basahi dengan lap lembab.
- b. Letakan alat slump pada tempat yang kokoh serta posisi datar/ rata.
- c. Isikan beton yang di uji ke dalam alat, sebanyak 3 lapis, tiap lapis dipadatkan dengan batang pemadat sebanyak 25 kali. Penusukan dilakukan secara merata (memutar) dan penusukan sampai lapisan bagian bawah untuk tiap lapisannya, pada bagian sisi alat posisi tongkat penusuk juga dimiringkan.
- d. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dan singkikan sisa benda uji disekitar alat.
- e. Angkat cetakan secara perlahan dengan posisi tegak lurus. (jangka waktu dari pengisian cetakan sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit).
- f. Segera balikan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

#### **3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton**

Referensi :

SNI 03-1974-1990 : Pengujian kuat tekan beton

Tujuan :

Dapat menentukan besarnya kemampuan beton menerima beban tekan, sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan.

Alat dan Bahan :

## 1. Alat

- a. Mesin Penekan, Kapasitas > 2500 KN
- b. Timbangan Ketelitian 1 gr
- c. Cetakan Baja, Kubus ukuran 15 cm dan atau silinder dia. 15x30 cm
- d. Pemadat, Dapat berupa vibrator atau batang pemadat terbuat dari baja • 16 mm, panjang 60 cm.
- e. Alat bantu lainnya

## 2. Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji yaitu campuran beton segar yang ada dalam mesin pengaduk (*concrete mixer*), komposisi bahan sesuai dengan hasil perancangan campuran beton.

Prosedur Pengujian :

Prosedur pengujian meliputi, pembuatan benda uji dan pembebanan tekan.

### 3.5.1 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji, mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Siapkan cetakan beton, periksa dimensinya, kemudian kencangkan penguatnya serta lumasi dengan olie atau sejenisnya secara tipis.
2. Isi cetakan dengan adukan beton segar, masing-masing: untuk slump >75 mm sebanyak 3 lapis, tiap lapisan ditumbuk/ditusuk sebanyak 25 kali secara merata, sedangkan untuk slump <25 mm digetar sebanyak 2 lapis, tiap lapis digetar selama 10-15 detik, dan untuk slump antara 25-75 mm dapat dilakukan penumbukan atau penggetaran tetapi harus dapat jaminan beton tidak terjadi segregasi dan bleeding.
3. Ratakan permukaan cetakan, menggunakan ruskam atau sejenisnya.

4. Letakkan cetakan di ruang lembab dan bebas dari getaran sampai berumur • 24 jam, kemudian buka cetakan dan keluarkan benda uji secara hati-hati.
5. Perawatan (*curing*) benda uji dapat dilakukan dengan cara: direndam dalam air pada suhu normal atau disimpan di ruang lembab, sampai umur waktu pengujian (ASTM C.551).

### 3.5.2 Pembebanan Tekan

Pembebanan tekan benda uji, mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji dari tempat penyimpanan, lap permukaannya, kemudian timbang dan ukur dimensinya, masukkan data pengukurannya pada tabel.
2. Apabila benda uji tekan berbentuk silinder, maka salah satu permukaannya harus dilakukan perataan (*capping*), yaitu dengan menggunakan mortar atau campuran belerang dan pasir Bangka, dengan ketebalan maks. 10 mm (ASTM C.39)
3. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
4. Jalankan mesin penekan dengan kecepatan pembebanan 1,4 kg/cm<sup>2</sup> sampai 3,5 kg/cm<sup>2</sup> (20-50 Psi) untuk setiap detiknya.
5. Catat beban maksimum, kemudian masukkan pada tabel. Hitung kekuatan tekan, kekuatan tekan rata-rata, standar deviasi, dan kekuatan tekan karakteristik (kekuatan tekan spesifik).

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA DATA**

Berdasarkan standar metode pengujian yang berlaku, dilakukan pengujian di Laboratorium Departemen Teknik Sipil Universitas Sangga Buana / YPKP. Pengujian tersebut meliputi karakteristik bahan pembentuk beton dan pengujian beton keras .

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 6 (enam) buah untuk pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 14 hari . Pengujian-pengujian tersebut dapat kami uraikan sebagai berikut.

#### **4.1. Pengujian Bahan Pembentuk Beton**

##### **4.1.1. Semen**

Semen adalah material yang paling dibutuhkan oleh beton, mengingat peranannya yang sangat penting yaitu sebagai bahan pengikat antara agregat kasar dan agregat halus sehingga menjadikan beton sebagai satu kesatuan yang homogen, padat dan mempunyai kekuatan yang tinggi. Untuk itu pemilihan material semen harus disesuaikan dengan perencanaan tipe struktur, pengembangan kekuatan yang diinginkan, dan lokasi dimana struktur tersebut akan dibangun. Semen yang sering digunakan pada umumnya adalah semen portland tipe I, yaitu *Ordinary Portland Cement (OPC)*, begitu juga dengan penelitian ini menggunakan Semen tipe I.

##### **4.1.2. Agregat**

Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan

campuran, berupa butiran atau pecahan termasuk di dalamnya adalah pasir, kerikil, agregat pecah terak tanur tinggi, abu atau debu agregat. Agregat halus merupakan agregat yang butirannya lolos ayakan 4,75 mm dan tertahan ayakan No.200 (0,075 mm).

Agregat halus yang digunakan pada kajian ini adalah pasir Cimalaka, Pasir Cimalaka memiliki tekstur halus. Jika pada campuran beton menggunakan pasir halus, maka antara mortar (semen dan agregat halus) dengan agregat kasar akan memiliki lekatan yang kurang baik tetapi pekerjaan beton akan lebih mudah. Tetapi jika sebaliknya, lekatan antara material pembentuk beton akan lebih baik jika pasir memiliki tekstur kasar.

Sedangkan untuk agregat kasar, pada kajian ini agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar yang berasal dari Lagadar dengan ukuran maksimum agregat 20 mm. Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar antara lain:

#### **4.1.2.1 Pengujian Agregat**

Beberapa pengujian agregat kasar dan halus yang dilakukan sebagai berikut:

##### **1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Berat jenis keadaan jenuh kering muka (SSD) adalah perbandingan antara berat suatu benda pada keadaan jenuh/kering muka dengan volume benda tersebut pada suhu tertentu. Berat jenis agregat berbeda satu sama lainnya, tergantung dari jenis batuan dan pasir dari susunan mineral, struktur butiran dan porositas batumannya. Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

| <b>Pengujian</b>                       | <b>Keterangan</b>              | <b>Hasil Pengujian</b> |
|--|--------------------------------|------------------------|
| Berat Benda Uji                        | Bk                             | 3198,4                 |
| Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh | Bj                             | 3350,7                 |
| Berat Benda Uji di dalam Air           | Ba                             | 1977,2                 |
| Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)    | $Bk / (Bj - Ba)$               | 2,363                  |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh     | $Bj / (Bj - Ba)$               | 2,476                  |
| Betar Jenis Semu(Apparent)             | $Bk / (Bk - Ba)$               | 2,663                  |
| Penyerapan                             | $(Bj - Bk / Bk) \times 100 \%$ | 4,76 %                 |

**Tabel 4.1.** Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Dari hasil pengujian berat jenis di atas didapat berat jenis *Bulk Specific Gravity* sebesar 2,36 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan antara 2,2 sampai 2,7. Penyerapan air yang didapat dari pengujian yaitu 4,76 %. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam penyerapan air.

| <b>Pengujian</b>                   | <b>Keterangan</b>         | <b>Hasil Pengujian</b> |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Berat Benda Uji (SSD)              | 500 gram                  | 500                    |
| Berat Benda Uji Kering Oven        | Bk                        | 473,4                  |
| Berat Piknometer diisi air (25 C)  | B                         | 2175,2                 |
| Berat pik + Berat Uji (SSD) + air  | Bt                        | 2495,2                 |
| Berat Jenis (Bulk)                 | $Bk / (B+500-Bt)$         | 2,630                  |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh | $500 / (B+Bk-Bt)$         | 2,778                  |
| Berat Jenis Semu (Apparent)        | $Bk / (B+Bk-Bt)$          | 2,630                  |
| Penyerapan Air ( % )               | $((Bt-Bk)/Bk) \times 100$ | 5,619                  |

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Kesimpulan dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

|                    | Agregat Kasar | Agregat halus |
|--------------------|---------------|---------------|
| Bj SSD             | 2.36          | 2.63          |
| Bj Bulk            | 2.47          | 2.77          |
| Bj Apparent        | 2.66          | 2.63          |
| Penyerapan Air (%) | 4.76          | 5.619         |

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air

## 2. Pengujian Berat Isi

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-3637-1994 tentang metode pengujian berat isi agregat. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan 4.5.

| Pengujian                   | Satuan               | Notasi | I       | II      |
|-----------------------------|----------------------|--------|---------|---------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A      | 14362,5 | 13730,7 |
| Berat Bejana                | Gram                 | B      | 4695    | 4695    |
| Berat Agregat               | Gram                 | C=A-B  | 9667,5  | 9035,7  |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D      | 7115    | 7115    |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D    | 1,36    | 1,27    |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |        | 1,31    |         |

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian berat isi gembur agregat kasar

| Pengujian                   | Satuan               | Notasi | I       | II      |
|-----------------------------|----------------------|--------|---------|---------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A      | 15387,2 | 14975,1 |
| Berat Bejana                | Gram                 | B      | 4695    | 4695    |
| Berat Agregat               | Gram                 | C=A-B  | 10692,2 | 10280,1 |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D      | 7115    | 7115    |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D    | 1,50    | 1,44    |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |        | 1,475   |         |

**Tabel 4.5.** Hasil pengujian berat isi padat agregat kasar

Pada Agregat kasar didapat berat isi gembur sebesar 1,31 gram/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gram/cm<sup>3</sup> ( SII No.52.1980 ). Didapat juga berat isi padat sebesar 1,475 gram/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gram/cm<sup>3</sup>. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan 4.7.

| <b>Pengujian</b>            | <b>Satuan</b>        | <b>Notasi</b> | <b>I</b> | <b>II</b> |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------|-----------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A             | 6359,4   | 6528,1    |
| Berat Bejana                | Gram                 | B             | 2701     | 2701      |
| Berat Agregat               | Gram                 | C=A-B         | 3658,4   | 3827,1    |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D             | 2642     | 2642      |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D           | 1,38     | 1,44      |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |               | 1,42     |           |

**Tabel 4.6.** Hasil pengujian berat isi gembur agregat halus

| Pengujian                   | Satuan               | Notasi | I      | II     |
|-----------------------------|----------------------|--------|--------|--------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A      | 5975,8 | 5914,9 |
| Berat Bejana                | Gram                 | B      | 2701   | 2701   |
| Berat Agregat               | Gram                 | C=A-B  | 3274,8 | 3213,9 |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D      | 2642   | 2642   |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D    | 1,24   | 1,21   |
| Berat Isi Rata-rata Agregat |                      |        | 1.23   |        |

**Tabel 4.7.** Hasil pengujian berat isi padat agregat Halus

Setelah melakukan pengujian bobot isi padat dan gembur untuk agregat kasar dan agregat halus maka didapatkan hasil sebagai berikut :

|                  | <b>Bobot Isi Agregat Halus ( gram/cm<sup>3</sup> )</b> | <b>Bobot Isi Agregat Kasar ( gram/cm<sup>3</sup> )</b> |
|------------------|--|--|
| Bobot Isi Padat  | 1,42   | 1,31   |
| Bobot Isi Gembur | 1,23   | 1,47   |

**Tabel 4.8.** Hasil pengujian bobot isi gembur dan padat agregat kasar dan halus

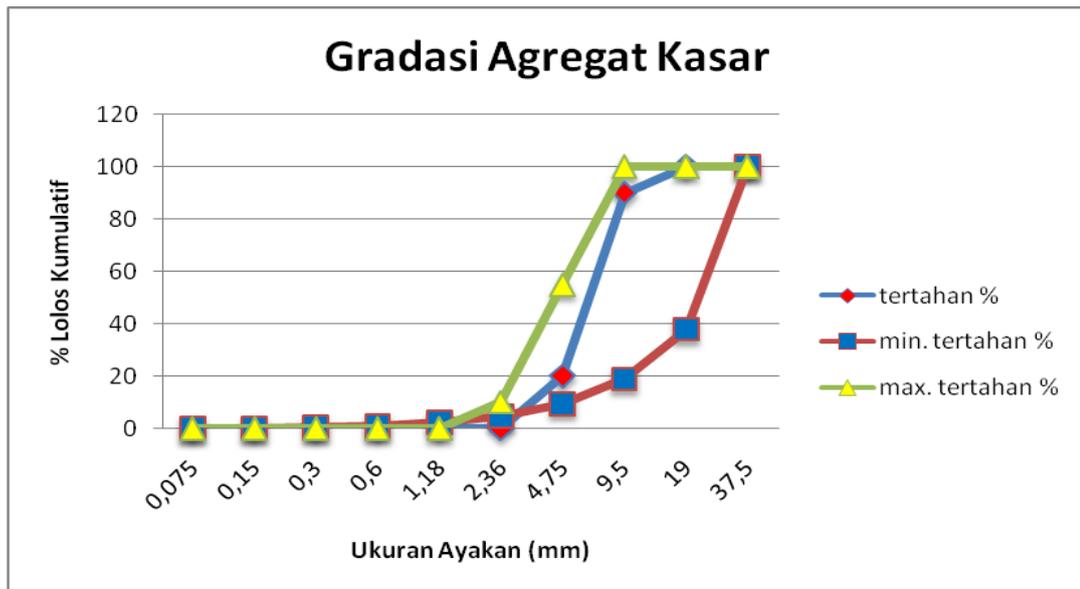
### 3. Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisa saringan agregat halus

dan kasar. Gradasi agregat yang baik untuk beton adalah agregat dimana susunan butirnya (gradasi) terdiri dari butiran halus hingga kasar secara berurutan, karena butirannya akan saling mengisi sehingga akan diperoleh beton dengan kepadatan yang tinggi, mudah dikerjakan dan mudah dialirkan. Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.9

| Ukuran Ayakan | Tertahan Berat (gram) |       | Prosentase (%) |       |           | Kumulatif Tertahan (%) | Kumulatif Lolos (%) | SPEK ASTM C 33 20 mm |      |
|---------------|-----------------------|-------|----------------|-------|-----------|------------------------|---------------------|----------------------|------|
|               | I                     | II    | I              | II    | Rata-Rata |                        |                     | Min                  | Maks |
| 37.5          | 0                     | 0     | 0              | 0     | 0         | 0                      | 100                 | 100                  | 100  |
| 19            | 51                    | 205   | 0.38           | 2.25  | 1.32      | 1.32                   | 98.68               | 90                   | 100  |
| 9.52          | 9672                  | 3742  | 79.56          | 30.07 | 54.81     | 56.13                  | 43.87               | 20                   | 55   |
| 4.75          | 1943                  | 7863  | 15.58          | 62.90 | 39.24     | 95.37                  | 4.63                | 0                    | 10   |
| 2.36          | 248                   | 186   | 2.05           | 1.54  | 1.80      | 97.17                  | 2.83                |                      |      |
| 1.18          | 55                    | 71    | 0.45           | 0.57  | 0.51      | 97.68                  | 2.32                |                      |      |
| 0.6           | 52                    | 58    | 0.41           | 0.44  | 0.42      | 98.10                  | 1.90                |                      |      |
| 0.3           | 51                    | 52    | 0.41           | 0.41  | 0.41      | 98.51                  | 1.49                |                      |      |
| 0.15          | 37                    | 61    | 0.28           | 0.53  | 0.40      | 98.92                  | 1.08                |                      |      |
| 0.075         | 112                   | 161   | 0.88           | 1.29  | 1.08      | 100                    | 0.00                |                      |      |
| Jumlah        | 12192                 | 12639 | 100            | 100   | 100       | 743.193                | 0                   |                      |      |
| FM            |                       |       |                |       |           | 6.432                  |                     |                      |      |

**Tabel 4.9.** Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar



**Gambar 4.1** Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

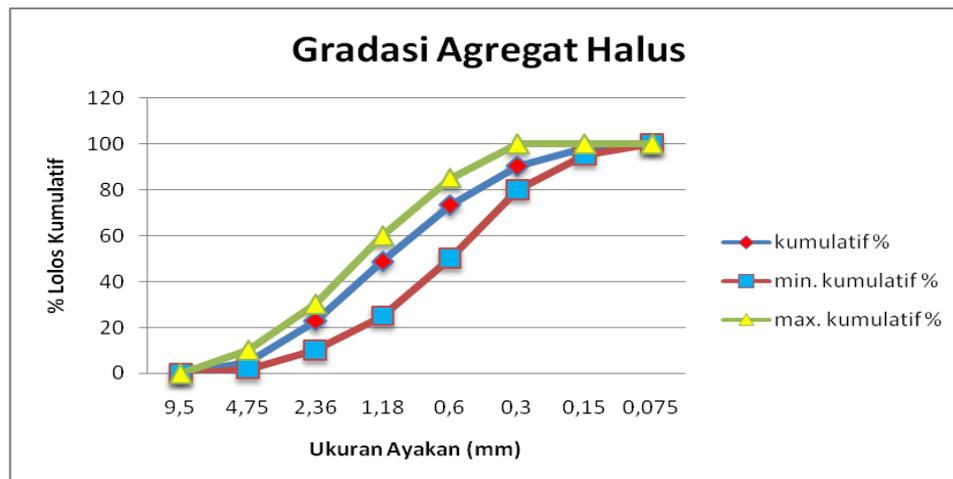
Didapat dari hasil pengujian analisa ayak agregat kasar didapat nilai FM = 6,43 %. Nilai ini berada dalam batas yang diijinkan ASTM C 33-93 , yaitu 6 – 7 %.

Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.10.

| Ukuran Ayakan | Tertahan Berat (gram) |        | Prosentase (%) |     |           | Komulatif Tertahan (%) | Komulatif Lolos (%) | SPEK ASTM C 33 20 mm |      |
|---------------|-----------------------|--------|----------------|-----|-----------|------------------------|---------------------|----------------------|------|
|               | I                     | II     | I              | II  | Rata-Rata |                        |                     | Min                  | Maks |
| 9.52          | 0                     | 0      | 0              | 0   | 0         | 0                      | 100                 | 100                  | 100  |
| 4.75          | 24.75                 | 25.75  | 4.5            | 5   | 4.75      | 4.75                   | 95.25               | 95                   | 100  |
| 2.36          | 93.5                  | 97.85  | 17             | 19  | 18        | 22.75                  | 77.25               | 80                   | 100  |
| 1.18          | 148.5                 | 128.75 | 27             | 25  | 26        | 38.75                  | 51.25               | 50                   | 85   |
| 0.6           | 143                   | 118.45 | 26             | 23  | 24.5      | 73.25                  | 26.75               | 25                   | 60   |
| 0.3           | 82.5                  | 97.85  | 15             | 19  | 17        | 90.25                  | 9.75                | 10                   | 30   |
| 0.15          | 41.25                 | 41.2   | 7.5            | 8   | 7.75      | 98                     | 2                   | 2                    | 10   |
| 0.075         | 16.5                  | 5.15   | 3              | 1   | 2         | 100                    | 0                   |                      |      |
| Jumlah        | 550                   | 515    | 100            | 100 | 100       | 437.75                 |                     |                      |      |
| FM            |                       |        |                |     |           | 4.3                    |                     |                      |      |

**Tabel 4.10.** Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar

Grafik analisa ayak agregat halus seperti pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Didapat dari hasil pengujian analisa ayak agregat halus didapat nilai FM = 4.37 %. Nilai ini berada dalam batas yang diijinkan ASTM C 33-93, yaitu 6 – 7 %.

#### 4. Pengujian Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200

Bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 sering terdapat dalam agregat. Bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 pada permukaan butiran agregat akan mengurangi kekuatan ikatan antara pasta semen dan agregat sehingga akan mengurangi kekuatan dan ketahanan beton. Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03- 1753-1 990 tentang penentuan butir halus mudah pecah dan gumpalan - gumpalan lernpung dalam agregat kasar dan agregat halus.

Hasil pengujian kadar bahan agregat kasar yang lolos saringan no. 200 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

| Nomor Contoh                                       |                                      | I      | II     |
|--|--------------------------------------|--------|--------|
| Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram ) | $W_1$                                | 3073,8 | 2927,5 |
| Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram). | $W_2$                                | 3038,2 | 2901,7 |
| Kadar lumpur ( % )                                 | $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$ | 1,1%   | 0,88%  |
| Rata-rata (%)                                      |                                      | 0,98%  |        |

**Tabel 4.11.** Hasil Pengujian Dalam Agregat Kasar yang Lolos Saringan No.

200

Didapat nilai kadar lumpur rata-rata sebesar 0,98%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu tidak melebihi dari 1% untuk agregat kasar (PBI 1971). Sedangkan hasil pengujian kadar bahan agregat

halus yang lolos saringan no. 200 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

| Nomor Contoh                                       |                                      | I      | II     |
|--|--------------------------------------|--------|--------|
| Berat benda uji kering oven sebelum dicuci (gram)  | $W_1$                                | 1966,6 | 2045,9 |
| Berat benda uji kering oven setelah dicuci (gram). | $W_2$                                | 1878,3 | 2503,8 |
| Kadar lumpur ( % )                                 | $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$ | 4,5%   | 3,7%   |
| Rata-rata (%)                                      |                                      | 4,1%   |        |

**Tabel 4.12.** Hasil Pengujian Dalam Agregat Halus yang Lolos Saringan No.

200

Didapat nilai kadar lumpur rata-rata sebesar 4,1%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu tidak melebihi dari 5% untuk agregat halus (PBI 1971).

#### 4.1.3. Air

Air dalam campuran beton memiliki fungsi sebagai pereaksi kimia untuk pasta semen sehingga terjadi pengikatan dan terjadinya proses pengerasan beton juga sebagai pelicin campuran batu pecah, pasir dan semen agar dapat mudah dicetak. Untuk semen portland dibutuhkan sebesar 25% per satuan berat semen untuk melakukan proses hidrasi. Oleh karena itu, perhitungan rasio air semen harus tepat agar dapat memudahkan beton untuk dikerjakan disamping agar kuat tekannya tidak menurun. Semakin besar perbandingan jumlah antara air dan semen, maka beton akan semakin mudah untuk dikerjakan tetapi mutu beton akan semakin rendah.

Rasio jumlah air dan semen yang optimum akan menghasilkan mutu beton yang baik. Selain kuantitas air, kualitas air juga harus diperhatikan. Air dalam campuran beton harus terbebas dari bahan - bahan atau zat - zat kimia yang dapat merusak beton seperti garam, mangan, seng, tembaga, dan NaC. Pengaruh zat - zat kimia dalam air yang dapat merusak beton akan mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton dan mengurangi ketahanan beton sehingga umur beton menjadi berkurang

Air untuk campuran beton sebaiknya menggunakan air tawar yang memenuhi persyaratan untuk diminum. Pada penelitian ini air yang digunakan berasal dari saluran air bersih yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung.

#### **4.2. Perancangan Campuran Beton**

Perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan metode SNI 03-2834-2000 (Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal). Campuran dibuat menggunakan f.a.s yang sama dan perbandingan agregat terhadap semen yang sama. Penggantian material agregat halus dengan material pasir besi dilakukan dengan cara mengurangi jumlah agregat halus berdasarkan perbandingan berat jenis antara agregat halus dan material abu batu.

Dengan menggunakan beberapa perbandingan campuran beton dan penggantian material agregat halus dengan material pasir besi, penulis membuat rencana campuran beton sebanyak 4 jenis campuran dengan rincian sebagai berikut :

1. Campuran beton dengan substitusi agregat halus dengan serbuk besi 0 %
2. Campuran beton dengan substitusi agregat halus dengan serbuk besi 15 %

3. Campuran beton dengan substitusi agregat halus dengan serbuk besi 25 %

Jumlah sampel benda uji beton yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini:

| No           | Sample          | Rencana Campuran  | Jenis Pengujian | Dimensi Benda Uji | Jumlah Benda Uji pada Umur |       |       |
|--------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|-------|-------|
|              |                 |                   |                 |                   | 7 Hr                       | 14 Hr | Total |
| 1            | Normal          | 1:2:3             | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| 3            | Serbuk besi 15% | 1:(2-50%):3       | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| 4            | Serbuk besi 25% | 1:2(pasir besi):3 | Kuat Tekan      | 15x30 cm          | 1                          | 1     | 2     |
| Jumlah Total |                 |                   |                 |                   | 4                          | 4     | 6     |

**Tabel 4.13.** Jumlah Sempel Benda Uji.

#### 4.3. Perhitungan Campuran Beton

Berdasarkan hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap material campuran beton di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana diperoleh data sebagai berikut

##### 1. Agregat Kasar

$DA_{maks} = 19,00 \text{ mm}$  Diameter agregat kasar maksimal

$Bulk_{agg} = 2,52 \text{ kg/m}^3$  Berat jenis (*bulk specific gravity*)

$\eta_{agg} = 2,58 \%$  Penyerapan air (*water absorption*)

$Dry_{rm} = 1,375 \text{ kg/cm}^3$  Berat isi (*dry roded mass*)

##### 2. Agregat Halus

$DA_{maks} = 4,750 \text{ mm}$  Diameter agregat halus maksimal

$Bulk_{agg} = 2,48 \text{ kg/m}^3$  Berat jenis (*bulk specific gravity*)

$\eta_{agg} = 6,55 \%$  Penyerapan air (*water absorption*)

$$\text{Dry}_{\text{rm}} = 1,615 \text{ kg/cm}^3 \quad \text{Berat isi (dry roded mass)}$$

### 3. Semen Tiga Roda

$$\text{SG} = 3,04 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Berat jenis (specific gravity)}$$

Untuk mengetahui seberapa banyak kebutuhan bahan material beton yang akan digunakan dalam penelitian ini, sebaiknya dilakukan terlebih dahulu analisa volume kebutuhan semen, pasir, batu pecah dan air. kebutuhan jumlah air dalam sebuah volume kubus dapat dihitung dengan mengacu pada tabel dibawah ini.

| Slump(cm)                                       | Air yang diperlukan tiap m <sup>3</sup> adukan beton (ltr/kg) |      |      |     |      |     |      |     |
|---|---|------|------|-----|------|-----|------|-----|
|   | Untuk ukuran agregat maksimum (mm)                            |      |      |     |      |     |      |     |
|   | 9,6   | 12,5 | 19,6 | 25  | 38,1 | 50  | 76,2 | 150 |
| <b>Beton biasa (non-air entrained)</b>          |   |      |      |     |      |     |      |     |
| 2,5 – 5,0                                       | 207   | 199  | 190  | 179 | 166  | 154 | 130  | 113 |
| 7,5 – 10,0                                      | 228   | 216  | 205  | 193 | 181  | 169 | 145  | 124 |
| 15,0 – 17,5                                     | 243   | 228  | 216  | 202 | 190  | 178 | 160  | -   |
| Kira-kira udara terperangkap (%)                | 3,0   | 2,5  | 2,0  | 1,5 | 1,0  | 0,5 | 0,3  | 0,2 |
| <b>Beton Bergelembung Udara (air entrained)</b> |   |      |      |     |      |     |      |     |
| 2,5 – 5,0                                       | 181   | 175  | 168  | 160 | 150  | 142 | 122  | 107 |
| 7,5 – 10,0                                      | 202   | 193  | 184  | 175 | 165  | 157 | 133  | 119 |
| 15,0 – 17,5                                     | 216   | 205  | 197  | 184 | 174  | 166 | 154  | -   |
| Kira-kira udara terperangkap (%)                | 8   | 7    | 6    | 5   | 4,5  | 4   | 3,5  | 3   |

**Tabel 4.14.** Perkiraan Air Campuran Dan Persyaratan Kandungan Udara Untuk Berbagai Slump Dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum.

Menurut data hasil pengujian agregat yang telah dilakukan dalam penelitian ini, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 19 mm dengan jenis beton yang akan dibuat adalah beton biasa. Jadi berdasarkan tabel diatas jumlah kebutuhan air per 1 m<sup>3</sup> beton adalah 205 kg air, dengan jenis beton biasa tidak perlu rongga udara

(*non air entrained*) dan nilai slump diperkirakan berkisar antara 7,5 hingga 10 cm.

Berdasarkan uraian perhitungan analisa untuk 1 buah benda uji silinder diatas, maka kebutuhan bahan untuk melaksanakan pembuatan benda uji beton normal dengan perbandingan 1 : 2 : 3 dengan substitusi agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi sesuai dengan persentase yang direncanakan yaitu 0%, 15% dan 25% adalah sebagai berikut:

1. Volume Silinder:

$$\begin{aligned}V &= 3,14 \times 7,5 \times 7,5 \times 30 \\V &= 5298,75 \text{ cm}^3 \\&= 0,00529875 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Perbandingan komposisi campuran beton (berat jenis beton)

1 kg semen : 2 kg pasir : 3 kg kerikil

|               |       |   |            |                           |
|---------------|-------|---|------------|---------------------------|
| Semen         | = 1/6 | x | 0,00529875 | = 0,000883 m <sup>3</sup> |
| Pasir         | = 2/6 | x | 0,00529875 | = 0,001766 m <sup>3</sup> |
| Agregat Kasar | = 3/6 | x | 0,00529875 | = 0,00264 m <sup>3</sup>  |

3. Jumlah kebutuhan material untuk benda uji silinder akan dijelaskan pada Tabel 4.15

| Nama<br>Campuran   | 7 Hari dan 14 Hari |      |      |
|--------------------|--------------------|------|------|
|                    | Serbuk besi        |      |      |
|                    | 0%                 | 15%  | 25%  |
| Semen ( kg )       | 2,69               | 2,69 | 2,69 |
| Pasir ( kg )       | 4,45               | 3,78 | 3.34 |
| Serbuk besi ( kg ) | 0                  | 0,80 | 1,20 |
| Kerikil ( kg )     | 6,57               | 6,57 | 6,57 |
| Air ( kg )         | 1,09               | 1,09 | 1,09 |

**Tabel 4.15.** Kebutuhan Material Campuran Beton

Kebutuhan campuran beton normal

$$\text{Semen} = 3045 \text{ kg/m}^3 \times 0,000883 \text{ m}^3 = 2,69 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} = 2521 \text{ kg/m}^3 \times 0,001766 \text{ m}^3 = 4,45 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat Kasar} = 2480 \text{ kg/m}^3 \times 0,00264 \text{ m}^3 = 6,57 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} = 205 \text{ kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3 = 1,09 \text{ Kg}$$

#### 4.4. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji beton bertujuan untuk menyatukan bahan-bahan penyusun beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus, dan air agar menjadi suatu bahan campuran beton yang homogen. Bahan-bahan pembentuk beton dipersiapkan dengan cara ditimbang sesuai dengan perhitungan pada perancangan beton. Setelah perhitungan rencana campuran beton tahap selanjutnya yaitu pelaksanaan campuran beton, dalam penelitian ini pencampuran beton dilaksanakan dengan cara manual seperti pada gambar 4.3



**Gambar 4.3.**Pencampuran Beton Secara Manual

Lamanya waktu pencampuran untuk masing-masing campuran adalah  $\pm$  5-15 menit. Tahap-tahap pencampuran beton adalah sebagai berikut:

### **1. Persiapan bahan**

Sebelum melakukan pencampuran agregat kasar dan halus dicuci terlebih dahulu, dimaksudkan agar lumpur yang terkandung didalam agregat berkurang, dan kemudian dijemur kembali dibawah sinar matahari selama 24 jam seperti gambar di bawah ini. seperti pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4.**Proses Pencucian dan Penjemuran Agregat

Kemudian timbang seluruh bahan bahan seperti semen , agregat halus,

agregat kasar, dan abu batu sesuai mix design yang telah rencanakan sebelumnya menggunakan timbangan dan dimasukkan kepada plastik berukuran 5kg. Seperti pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5.**Proses Penimbangan Agregat

Selain bahan material yang dipersiapkan, adapun peralatan yang digunakan untuk pengecoran dan pemadatan, peralatan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

## **2. Peralatan yang digunakan**

Peralatan yang harus disiapkan sebelum pencampuran beton yaitu:

- a. Sekop



**Gambar 4.6.**Sekop

- b. Alat uji kelecakan (*Slump*)



**Gambar 4.7.**Alat Slump

- c. Alat uji bobot isi beton segar



**Gambar 4.8.**Alat Uji Kuat Tekan

- d. Cetakan benda uji silinder



**Gambar 4.9.**Cetakan Beton Silinder

e. Alat pematat beton



**Gambar 4.10.**Batang Pematat

f. Alat finishing beton

g. Pan besar

### **3. Bahan yang digunakan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung, sedangkan untuk serbuk besi dari bijih besi didapat dari daerah Kabupaten Pasuruan. Bahan-bahan penyusun campuran beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, seperti pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11.**Bahan-bahan Penyusun Beton

### **4. Pembuatan benda uji**

Tahap-tahap pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang masing-masing bahan-bahan pembuat beton sesuai dengan proporsi kebutuhan.



**Gambar 4.12.**Penimbangan Masing-Masing Material

- b. Pengolesan cetakan benda uji dengan oli.
- c. Pencampuran bahan-bahan penyusun beton seperti semen, agregat halus, agregat kasar, dan serbuk besi sesuai mix design. Lamanya waktu pencampuran antara 5 sampai 15 menit atau sampai adukan beton benar – benar tercampur secara merata. Seperti pada gambar 4.14.



**Gambar 4.13.**ProsesPencampuran Beton

## 5. Pengujian *Slump* beton

Untuk memastikan campuran beton sudah merata dan kelacakannya baik maka dilakukan *slump test* beton. Apabila nilai *slump test*

memenuhi standar dilanjutkan untuk menuangkan campuran beton ke dalam cetakan beton, seperti yang terlihat pada gambar 4.15 di bawah ini.



**Gambar 4.14.**Slump Test

Pengujian slump test dilakukan sebagai penentu nilai kekentalan (*viscosity*)/ plastisitas beton segar dengan mengukur penurunan beton segar setelah dipadatkan dengan alat slump, dalam satuan panjang (mm atau cm). Alat *slump test* itu bernama kerucut Abrams.



**Gambar 4.15.**Hasil Slump Test

Hasil pengujian kelecakan beton segar dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

| Variasi Beton                        | Nilai <i>Slump</i> | <i>Slump</i><br>Rencana |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Beton dengan serbuk besi 0% (Normal) | 10 cm              | 10±2 cm                 |
| Beton dengan serbuk besi 15%         | 10,5 cm            |                         |
| Beton dengan serbuk besi 25%         | 11,5 cm            |                         |

**Tabel 4.16.** Hasil pengujian kelecakan beton normal dan beton berserat

Berdasarkan hasil pengujian kelecakan beton segar pada tabel 4.14, dengan komposisi rancangan yang sama, semakin besar substitusi agregat halus dengan serbuk besi maka nilai *slump* semakin kecil.

## 6. Pencetakan Benda Uji

Setelah pengujian beton segar selesai lalu masukan campuran beton segar ke dalam cetakan kubus, sedikit demi sedikit dan setiap 1/3 volume cetakan silinder campuran beton dipadatkan sambil ditusuk-tusuk menggunakan besi pemadat juga digetarkan dengan cara memukul - mukul cetakan menggunakan palu karet guna mengeluarkan udara pada beton sehingga tidak memiliki banyak rongga. Setelah proses pemadatan selesai, ratakan permukaan atas beton hingga air semen naik keatas permukaan dan membuat permukaan beton menjadi halus. Kemudian beton tersebut didiamkan selama 24 (dua puluh empat) jam sampai beton benar-benar mengeras seperti pada Gambar 4.17.



**Gambar 4.16.**Pembuatan Benda Uji

Setelah bagian atas permukaan kubus diratakan, kemudian disimpan di tempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan. Silinder tersebut disimpan selama 24 jam kemudian dibuka.

## **7. Perawatan beton**

Perawatan beton dilakukan setelah mengeluarkan benda uji dari cetakan silinder beton. Perawatan beton dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air selama waktu yang telah ditentukan sesuai dengan waktu pengujian kuat tekan beton yaitu pada umur 7, dan 28 hari. Sebelum direndam timbang benda uji agar mengetahui berat dari benda uji.

Perawatan beton ini bertujuan untuk menghindari terjadinya proses hidrasi semen secara berlebihan yang dapat mengakibatkan beton menjadi retak, proses hidrasi semen terjadi ketika semen mulai tercampur dengan air sampai menghasilkan pasta yang plastis dan mudah dikerjakan.



**Gambar 4.17.** Perendaman Benda Uji

#### **4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan silinder beton berukuran 15cm x 30cm. Pengujian dilakukan pada umur beton ke 7 dan 14 hari, Jenis benda uji ini masing-masing terdiri dari beton normal, substitusi pasir dengan serbuk besi 0%, substitusi pasir dengan serbuk besi 15% dan substitusi pasir dengan serbuk besi 25%

Kekuatan tekan beton adalah muatan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh beton persatuan luas. Kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai serta untuk mengendalikan mutu beton dan untuk tujuan persyaratan spesifikasi. Cara yang digunakan untuk pemeriksaan kekuatan tekan beton adalah dengan menggunakan mesin tekan, pengujian kuat tekan beton pada

penelitian ini dilakukan terhadap benda uji silinder pada masing - masing umur beton yaitu umur 7 dan 28 hari masa perendaman beton.

Untuk menghitung kuat tekan beton dari hasil pembebanan benda uji, bisa digunakan rumus Kuat tekan adalah Beban maksimum dibagi Luas penampang benda uji ( $\sigma = P/A$ ). Langkah pertama adalah menghitung luas penampang benda uji dengan menggunakan rumus:

Luas penampang silinder = sisi x sisi

Maka luas penampang untuk beton kubus dengan panjang sisi 15 cm adalah

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= 1/4 \times 3,14 \times d \times d \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 150 \times 150 \\ &= 17671 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Hasil nilai kuat tekan dapat dilihat pada table 4.18 dan tabel 4.19 di bawah ini:

**Tabel 4.17.** Nilai Tekan Benda Uji Umur 07 Hari

| No. | Benda Uji       | Tanggal Cor | Tanggal Pengujian | Umur (hari) | Berat Benda Uji (Kg) | Slump (cm) | Luas Bidang (cm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | f'c (N/mm <sup>2</sup> ) (Mpa) | 100%Rencana 25 Mpa |
|-----|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------------|------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------|
| 1   | Normal          | 02/07/2020  | 09/07/2020        | 7           | 12.1                 | 10.5       | 17.67                          | 320       | <b>18.11</b>                   | <b>72 %</b>        |
| 2   | Serbuk besi 10% | 02/07/2020  | 09/07/2020        | 7           | 13                   | 11         | 17.67                          | 335       | <b>18.96</b>                   | <b>76 %</b>        |
| 3   | Serbuk besi 25% | 02/07/2020  | 09/07/2020        | 7           | 13.5                 | 11         | 17.67                          | 355       | <b>20.09</b>                   | <b>80 %</b>        |

|   |                    |            |            |    |      |      |       |     |              |            |
|---|--------------------|------------|------------|----|------|------|-------|-----|--------------|------------|
| 1 | Normal             | 02/07/2020 | 16/07/2020 | 14 | 12.1 | 10.5 | 17.67 | 385 | <b>21.79</b> | <b>87%</b> |
| 2 | Serbuk besi<br>10% | 02/07/2020 | 16/07/2020 | 14 | 13   | 11   | 17.67 | 400 | <b>22.64</b> | <b>91%</b> |
| 3 | Serbuk besi<br>25% | 02/07/2020 | 16/07/2020 | 14 | 13.5 | 11   | 17.67 | 410 | <b>23.20</b> | <b>93%</b> |

**Tabel 4.18.** Nilai Kuat Tekan Benda Uji Umur 14 hari



**Gambar 4.18.** Penekanan Benda Uji

Rincian perhitungan pada tabel 4.17 adalah sebagai berikut:

Perhitungan :

1. Beton Normal umur 7 hari

$$f^{\circ}c = 320 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 18,11 \text{ Mpa}$$

2. Beton dengan substitusi serbuk besi 15% umur 7 hari

$$f^{\circ}c = 335 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 18,96 \text{ Mpa}$$

3. Beton dengan substitusi serbuk besi 25% umur 7 hari

$$f'c = 355 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 20,09 \text{ Mpa}$$

Grafik dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari seperti Gambar 4.19 berikut:



Gambar 4.19. Grafik kuat tekan beton umur 7 hari

Rincian perhitungan pada tabel 4.19 adalah sebagai berikut:

Perhitungan :

1. Beton Normal umur 14 hari

$$f'c = 385 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 21,79 \text{ Mpa}$$

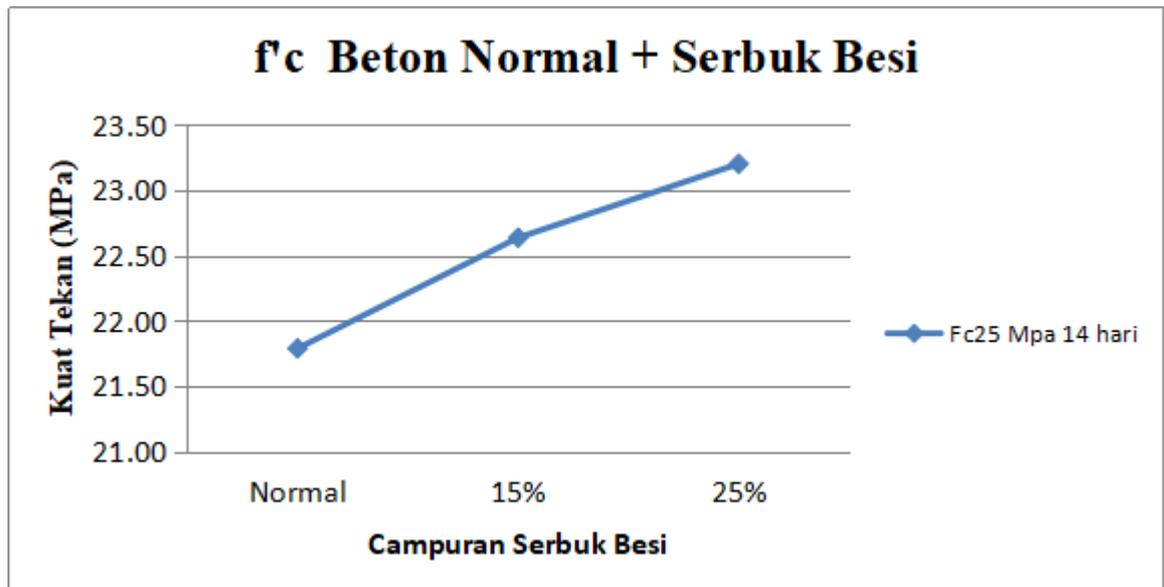
2. Beton dengan substitusi serbuk besi 15% umur 14 hari

$$f'c = 400 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 22,64 \text{ Mpa}$$

3. Beton dengan substitusi serbuk besi 25% umur 14 hari

$$f'c = 410 \text{ (N)} / 17,671 \text{ mm}^2 = 23,20 \text{ Mpa}$$

Grafik dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari seperti Gambar 4.21 berikut:



**Gambar 4.20.** Grafik kuat tekan beton umur 14 Hari

Terlihat pada grafik kuat tekan beton umur 7 hari dan 14 hari Gambar 4.20,4.21 bahwa kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari dari beton normal menuju beton dengan kandungan serbuk besi 15% dan 25% mengalami peningkatan nilai kuat tekan. Sehingga semakin banyak kandungan serbuk besi yang sesuai membuat semakin tinggi nilai kuat tekan beton tersebut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pada bab IV yang berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP, penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serbuk besi dari bijih besi sebagai pengganti agregat halus ternyata membuat nilai kuat tekan beton semakin tinggi, semakin besar penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi maka nilai kuat tekan beton akan semakin tinggi. Hal ini diakibatkan karena butiran serbuk besi lebih keras dari pada pasir sehingga menyebabkan gradasi pada campuran beton menjadi baik.
2. Nilai kuat tekan beton umur 7 (tujuh) hari yang di hasilkan untuk beton normal (0%) penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **18.11** Mpa, 15% penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **18.96** Mpa, 25% penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **20.09** Mpa..
3. Nilai kuat tekan beton umur 14 (empat belas) hari yang di hasilkan untuk beton normal (0%) penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **21.79** Mpa, 15% penggantian agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **22.64** Mpa, 25% penggantian

agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi adalah **23.20** Mpa.

4. Nilai slump pada beton normal sebesar 11 cm sedangkan nilai slump pada beton dengan substitusi agregat halus dengan serbuk besi dari bijih besi rata-rata 11,5 cm. Selisih nilai slump antara beton normal dan beton dengan campuran serbuk besi dari bijih besi tidak terlalu signifikan, sehingga pengaruh beton yang ditambah serbuk besi dari bijih besi dan beton normal tidak terlalu mempengaruhi terhadap nilai slump suatu campuran.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian di Laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP dan didapatkan hasil pada kesimpulan, maka terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan, yaitu :

1. Untuk memaksimalkan nilai kuat tekan beton, serbuk besi dari bijih besi dianjurkan dipakai untuk struktur atau bangunan beton mutu tinggi.
2. Diperlukan penelitian lanjut untuk campuran serbuk besi dari bijih besi dengan campuran 50%,75% dan 100% agar dapat diketahui sampai dimana peningkatan maksimal sampai dengan penurunan nilai kuat tekan beton.



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



***MIX DESIGN***

Judul : PENGARUH SERBUK BESI DARI BIJIH BESI KABUPATEN PASURUAN SEBAGAI PENGGANTI PASIR BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP

Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus

NPM : 2112180716

Tanggal : 27 Juni 2020

Kebutuhan Benda Uji Silinder

Perbandingan 1 : 2 : 3

| Nama<br>Campuran   | 7 Hari dan 28 Hari |      |      |
|--------------------|--------------------|------|------|
|                    | Serbuk besi        |      |      |
|                    | 0%                 | 15%  | 25%  |
| Semen ( kg )       | 2,69               | 2,69 | 2,69 |
| Pasir ( kg )       | 4,45               | 3,78 | 3,34 |
| Serbuk besi ( kg ) | 0                  | 0,80 | 1,20 |
| Kerikil ( kg )     | 6,57               | 6,57 | 6,57 |
| Air ( kg )         | 1,09               | 1,09 | 1,09 |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

| <b>Pengujian</b>                       | <b>Keterangan</b>              | <b>Hasil Pengujian</b> |
|--|--------------------------------|------------------------|
| Berat Benda Uji                        | Bk                             | 3198,4                 |
| Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh | Bj                             | 3350,7                 |
| Berat Benda Uji di dalam Air           | Ba                             | 1977,2                 |
| Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)    | $Bk / (Bj - Ba)$               | 2,363                  |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh     | $Bj / (Bj - Ba)$               | 2,476                  |
| Betar Jenis Semu(Apparent)             | $Bk / (Bk - Ba)$               | 2,663                  |
| Penyerapan                             | $(Bj - Bk / Bk) \times 100 \%$ | 4,76 %                 |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT ISI GEMBUR AGREGAT KASAR**

| <b>Pengujian</b>            | <b>Satuan</b>        | <b>Notasi</b> | <b>I</b> | <b>II</b> |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------|-----------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A             | 14362,5  | 13730,7   |
| Berat Bejana                | Gram                 | B             | 4695     | 4695      |
| Berat Agregat               | Gram                 | $C=A-B$       | 9667,5   | 9035,7    |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D             | 7115     | 7115      |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | $C/D$         | 1,36     | 1,27      |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |               | 1,31     |           |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR**

| <b>Pengujian</b>            | <b>Satuan</b>        | <b>Notasi</b> | <b>I</b> | <b>II</b> |
|-----------------------------|----------------------|---------------|----------|-----------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A             | 15387,2  | 14975,1   |
| Berat Bejana                | Gram                 | B             | 4695     | 4695      |
| Berat Agregat               | Gram                 | C=A-B         | 10692,2  | 10280,1   |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D             | 7115     | 7115      |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D           | 1,50     | 1,44      |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |               | 1,475    |           |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**PENGUJIAN ANALISA AYAK AGREGAT KASAR**

Berat benda uji kering: 12221 gr dan 12639 gr

| Ukuran Ayakan | Tertahan Berat (gram) |       | Prosentase (%) |       |           | Komulatif Tertahan (%) | Komulatif Lolos (%) | SPEK ASTM C 33 20 mm |      |
|---------------|-----------------------|-------|----------------|-------|-----------|------------------------|---------------------|----------------------|------|
|               | I                     | II    | I              | II    | Rata-Rata |                        |                     | Min                  | Maks |
| 37.5          | 0                     | 0     | 0              | 0     | 0         | 0                      | 100                 | 100                  | 100  |
| 19            | 51                    | 205   | 0.38           | 2.25  | 1.32      | 1.32                   | 98.68               | 90                   | 100  |
| 9.52          | 9672                  | 3742  | 79.56          | 30.07 | 54.81     | 56.13                  | 43.87               | 20                   | 55   |
| 4.75          | 1943                  | 7863  | 15.58          | 62.90 | 39.24     | 95.37                  | 4.63                | 0                    | 10   |
| 2.36          | 248                   | 186   | 2.05           | 1.54  | 1.80      | 97.17                  | 2.83                |                      |      |
| 1.18          | 55                    | 71    | 0.45           | 0.57  | 0.51      | 97.68                  | 2.32                |                      |      |
| 0.6           | 52                    | 58    | 0.41           | 0.44  | 0.42      | 98.10                  | 1.90                |                      |      |
| 0.3           | 51                    | 52    | 0.41           | 0.41  | 0.41      | 98.51                  | 1.49                |                      |      |
| 0.15          | 37                    | 61    | 0.28           | 0.53  | 0.40      | 98.92                  | 1.08                |                      |      |
| 0.075         | 112                   | 161   | 0.88           | 1.29  | 1.08      | 100                    | 0.00                |                      |      |
| Jumlah        | 12192                 | 12639 | 100            | 100   | 100       | 743.193                | 0                   |                      |      |
| FM            |                       |       |                |       |           | 6.432                  |                     |                      |      |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**

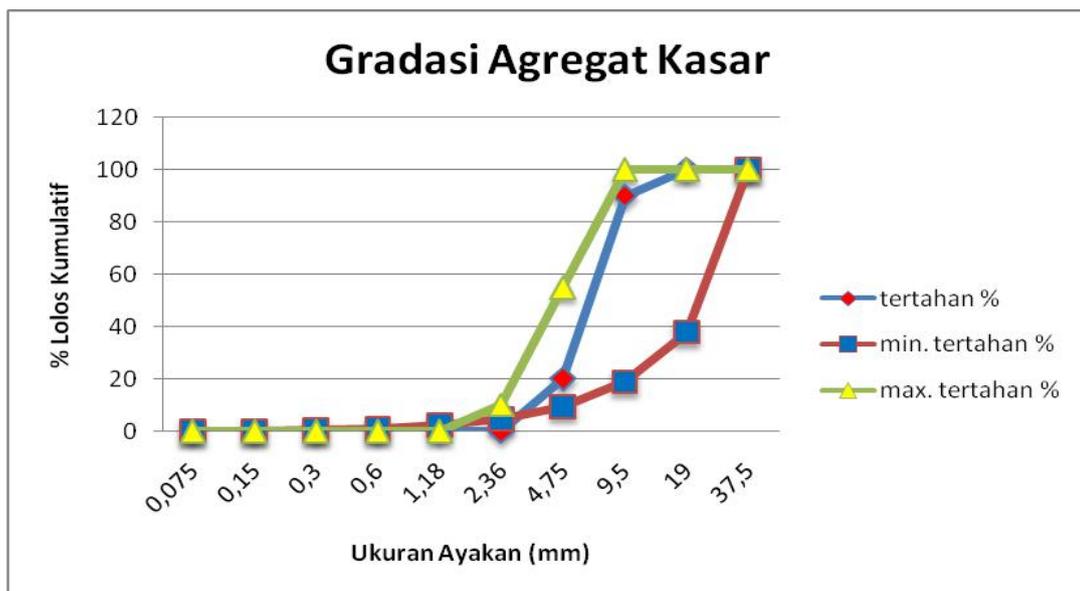


Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

GRAFIK HASIL PENGUJIAN ANALISA AYAK AGREGAT KASAR



Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT KASAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**PENGUJIAN KADAR LUMPUR**

| <b>Pengujian</b>                                      | <b>Satuan</b> | <b>I</b> | <b>II</b> |
|---|---------------|----------|-----------|
| Berat Benda Uji Sebelum dicuci (W1)                   | Gram          | 2674,3   | 2580,4    |
| Berta Benda Uji Setelah dicuci Tertahan No.200 (W2)   | Gram          | 2659,7   | 2561,7    |
| Kadar Lolos Ayakan No.200 $(W1 - W2)/W1 \times 100\%$ | %             | 0,55     | 0,72      |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

| <b>Pengujian</b>                   | <b>Keterangan</b>         | <b>Hasil Pengujian</b> |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Berat Benda Uji (SSD)              | 500 gram                  | 500                    |
| Berat Benda Uji Kering Oven        | Bk                        | 473,4                  |
| Berat Piknometer diisi air (25 C)  | B                         | 2175,2                 |
| Berat pik + Berat Uji (SSD) + air  | Bt                        | 2495,2                 |
| Berat Jenis (Bulk)                 | $Bk / (B+500-Bt)$         | 2,630                  |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh | $500 / (B+Bk-Bt)$         | 2,778                  |
| Berat Jenis Semu (Apparent)        | $Bk / (B+Bk-Bt)$          | 2,630                  |
| Penyerapan Air (%)                 | $((Bt-Bk)/Bk) \times 100$ | 5,619                  |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT ISI GEMBUR AGREGAT HALUS**

| Pengujian                   | Satuan               | Notasi  | I      | II     |
|-----------------------------|----------------------|---------|--------|--------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A       | 6359,4 | 6528,1 |
| Berat Bejana                | Gram                 | B       | 2701   | 2701   |
| Berat Agregat               | Gram                 | $C=A-B$ | 3658,4 | 3827,1 |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D       | 2642   | 2642   |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D     | 1,38   | 1,44   |
| Berat Isi Rata-rata Agregat | Gram/cm <sup>3</sup> |         | 1,42   |        |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS**

| Pengujian                   | Satuan               | Notasi  | I      | II     |
|-----------------------------|----------------------|---------|--------|--------|
| Berat Bejana + Agregat      | Gram                 | A       | 5975,8 | 5914,9 |
| Berat Bejana                | Gram                 | B       | 2701   | 2701   |
| Berat Agregat               | Gram                 | $C=A-B$ | 3274,8 | 3213,9 |
| Volume Bejana               | Cm <sup>3</sup>      | D       | 2642   | 2642   |
| Berat Isi Agregat           | Gram/cm <sup>3</sup> | C/D     | 1,24   | 1,21   |
| Berat Isi Rata-rata Agregat |                      |         | 1.23   |        |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**PENGUJIAN ANALISA AYAK AGREGAT HALUS**

Berat benda uji kering: 550 gr dan 515 gr

| Ukuran Ayakan | Tertahan Berat (gram) |        | Prosentase (%) |     |           | Kumulatif Tertahan (%) | Kumulatif Lolos (%) | SPEK ASTM C 33 20 mm |      |
|---------------|-----------------------|--------|----------------|-----|-----------|------------------------|---------------------|----------------------|------|
|               | I                     | II     | I              | II  | Rata-Rata |                        |                     | Min                  | Maks |
| 9.52          | 0                     | 0      | 0              | 0   | 0         | 0                      | 100                 | 100                  | 100  |
| 4.75          | 24.75                 | 25.75  | 4.5            | 5   | 4.75      | 4.75                   | 95.25               | 95                   | 100  |
| 2.36          | 93.5                  | 97.85  | 17             | 19  | 18        | 22.75                  | 77.25               | 80                   | 100  |
| 1.18          | 148.5                 | 128.75 | 27             | 25  | 26        | 38.75                  | 51.25               | 50                   | 85   |
| 0.6           | 143                   | 118.45 | 26             | 23  | 24.5      | 73.25                  | 26.75               | 25                   | 60   |
| 0.3           | 82.5                  | 97.85  | 15             | 19  | 17        | 90.25                  | 9.75                | 10                   | 30   |
| 0.15          | 41.25                 | 41.2   | 7.5            | 8   | 7.75      | 98                     | 2                   | 2                    | 10   |
| 0.075         | 16.5                  | 5.15   | 3              | 1   | 2         | 100                    | 0                   |                      |      |
| Jumlah        | 550                   | 515    | 100            | 100 | 100       | 437.75                 |                     |                      |      |
| FM            |                       |        |                |     |           | 4.3                    |                     |                      |      |

Asisten Laboratorium

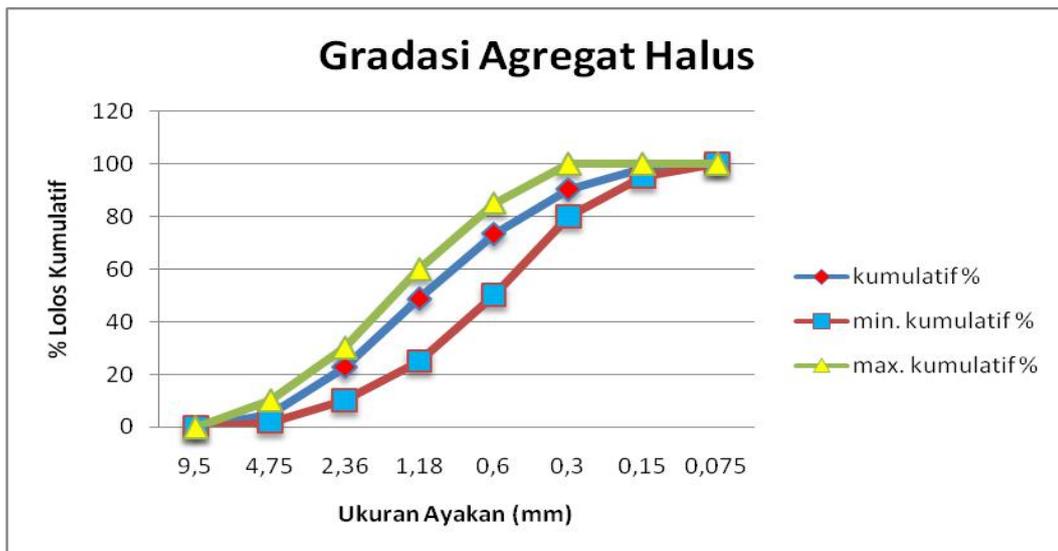
Ir. Amran Navambar.MT



### PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

GRAFIK HASIL PENGUJIAN ANALISA AYAK AGREGAT HALUS



Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**PENGUJIAN AGREGAT HALUS**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Tanggal : 27 Juni 2020

**KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS**

| <b>Pengujian</b>                                       | <b>Satuan</b> | <b>I</b> | <b>II</b> |
|--|---------------|----------|-----------|
| Berat Benda Uji Sebelum dicuci (W1)                    | Gram          | 549,3    | 539,6     |
| Berta Benda Uji Setelah dicuci<br>Tertahan No.200 (W2) | Gram          | 528,1    | 519,9     |
| Kadar Lolos Ayakan No.200 (W1 –<br>W2)/W1×100%         | %             | 3,85     | 3,651     |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**HASIL PENGUJIAN SLUMP BETON SEGAR**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 6 Buah

| Variasi Beton                | Nilai<br><i>Slump</i> | Keterangan               |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Beton 0% (Normal)            | 10.5 mm               | Campuran 1 : 2 : 3       |
| Beton dengan Serbuk Besi 15% | 11 mm                 | Campuran 1 : 2-(15%) : 3 |
| Beton dengan Serbuk Besi 25% | 11,5 mm               | Campuran 1 : 2-(25%) : 3 |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**HASIL PENGUJIAN BERAT SAMPEL BETON KERING**  
**PADA UMUR 7 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

| Variasi Beton                | Berat Benda Uji (kg) | Keterangan               |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Beton 0% (Normal)            | 12,15                | Campuran 1 : 2 : 3       |
| Beton dengan Serbuk Besi 15% | 13,00                | Campuran 1 : 2-(25%) : 3 |
| Beton dengan Serbuk Besi 25% | 13,50                | Campuran 1 : 2-(50%) : 3 |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**HASIL PENGUJIAN BERAT SAMPEL BETON KERING**  
**PADA UMUR 28 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

| Variasi Beton                | Berat Benda Uji (kg) | Keterangan               |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Beton 0% (Normal)            | 12,15                | Campuran 1 : 2 : 3       |
| Beton dengan Serbuk Besi 15% | 13,00                | Campuran 1 : 2-(25%) : 3 |
| Beton dengan Serbuk Besi 25% | 13,50                | Campuran 1 : 2-(50%) : 3 |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**PADA UMUR 7 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PERBANDINGAN 1 : 2 : 3

| No. | Benda Uji       | Tanggal Cor | Tanggal Pengujian | Umur (hari) | Berat Benda Uji (Kg) | Slump (cm) | Luas Bidang (cm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | f <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) (Mpa) |
|-----|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------------|------------|--------------------------------|-----------|---|
| 1   | Normal          | 27/06/2020  | 4/7/2020          | 7           | 12.1                 | 10.5       | 17.67                          | 360       | <b>20.37</b>                              |
| 2   | Serbuk besi 10% | 27/06/2020  | 4/7/2020          | 7           | 13                   | 11         | 17.67                          | 375       | <b>21.22</b>                              |
| 3   | Serbuk besi 25% | 27/06/2020  | 4/7/2020          | 7           | 13.5                 | 11         | 17.67                          | 390       | <b>22.07</b>                              |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**



Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**PADA UMUR 7 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

GRAFIK PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PERBANDINGAN 1 : 3 : 5



Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**  
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124



**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**PADA UMUR 28 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PERBANDINGAN 1 : 2 : 3**

| No. | Benda Uji       | Tanggal Cor | Tanggal Pengujian | Umur (hari) | Berat Benda Uji (Kg) | Slump (cm) | Luas Bidang (cm <sup>2</sup> ) | Beban (N) | f'c (N/mm <sup>2</sup> ) (Mpa) |
|-----|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------------|------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|
| 1   | Normal          | 27/06/2020  | 25/7/2020         | 28          | 12.1                 | 10.5       | 17.67                          | 445       | <b>25.18</b>                   |
| 2   | Serbuk besi 10% | 27/06/2020  | 25/7/2020         | 28          | 13                   | 11         | 17.67                          | 455       | <b>25.75</b>                   |
| 3   | Serbuk besi 25% | 27/06/2020  | 25/7/2020         | 28          | 13.5                 | 11         | 17.67                          | 475       | <b>26.88</b>                   |

Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT



**LABORATORIUM BAHAN DAN KONSTRUKSI**  
**Program Studi Teknik Sipil**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA**  
**YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN**



Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON**  
**PADA UMUR 28 HARI**

Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Lokasi Penelitian : Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil USB-YPKP  
Dikerjakan oleh : Muhamad Zulfan Firdaus  
NPM : 2112180716  
Jenis Benda Uji : Silinder 15 cm x 30 cm  
Jumlah Benda Uji : 3 Buah

GRAFIK PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PERBANDINGAN 1 : 2 : 3



Asisten Laboratorium

Ir.Amran Navambar.MT