

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT PINANG  
DAN *EPOXY RESIN* TERHADAP KUAT TARIK BELAH  
BETON  
(*Studi Penelitian*)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**BAYU INDRA PUTRA NASUTION**  
**1607210232**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

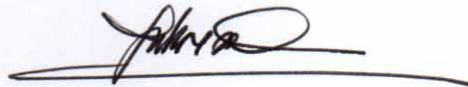
## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Bayu Indra Putra Nasution  
NPM : 1607210232  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang dan *Epoxy Resin*  
Terhadap Kuat Tarik Belah Beton  
Bidang ilmu : Struktur

Medan, Maret 2022

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Indra Putra Nasution  
NPM : 1607210232  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang dan *Epoxy Resin*  
Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2022

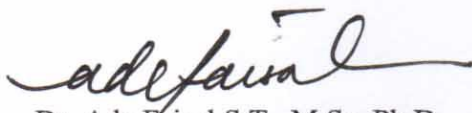
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



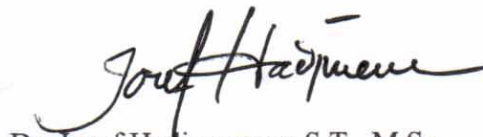
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I



Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc, Ph.D.

Dosen Pembanding II



Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Bayu Indra Putra Nasution  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 25 September 1993  
NPM : 1607210232  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang dan *Epoxy Resin* Terhadap Kuat Tarik Belah Beton.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2022

Saya yang menyatakan,



  
Bayu Indra Putra Nasution

## ABSTRAK

### **PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT PINANG DAN *EPOXY RESIN* TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON (STUDI PENELITIAN)**

Bayu Indra Putra Nasution  
1607210232  
Dr Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambah serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton. Penambahan beton pada serat buah pinang keringkan atau di oven dengan suhu 0 C, lalu dipisahkan kulit dan bijinya kemudian serat buah pinang diberai agar tidak bergumpal pada saat terjadi pencampuran lalu serat buah pinang dipotong sepanjang 2 cm, lalu serat buah pinang dicampur sedikit demi sedikit ke campuran beton. Penelitian ini bertujuan mengetahui kuat tarik belah beton optimum setelah dicampur Serat kulit pinang dan *Epoxy Resin* pada umur beton 7 hari dan 28 hari. Persentase serat kulit pinang yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0%, 1%, 1,25% 1,50% dengan penambahan *Epoxy Resin* sebesar 0,8%. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 16 buah beton dan 3 (tiga) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 2 sampel. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton adalah kuat tarik belah beton. Dari hasil penelitian diperoleh, kuat tarik belah rata - rata beton umur 7 hari dengan serat kulit pinang BN (0%) = 2,86 MPa, BSKP (1%) = 4,56 MPa, BSKP (1,25%) = 3,71 MPa, BSKP (1,50%) = 2,43 MPa. Sedangkan kuat tarik belah rata - rata beton umur 28 hari dengan serat kulit pinang BN (0%) = 2,43 MPa, BSKP (1%) = 2,76 MPa, BSKP (1,25%) = 2,86 MPa, BSKP (1,50%) = 2,54 MPa.

Kata Kunci: Beton Serat, Serat Kulit Pinang, *Epoxy Resin*, Kuat Tarik Belah.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF ADDITIONAL FIBER OF BECAL AND EPOXY RESIN TOWARDS CHARACTERISTIC STRENGTH OF CONCRETE (RESEARCH STUDY)**

Bayu Indra Putra Nasution  
1607210232  
Dr Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

*Fiber concrete is concrete in which fiber is added. The purpose of adding these fibers is to increase the tensile strength of concrete. The addition of concrete to the betel nut fibers is dried or in the oven at 0 C, then the skin and seeds are separated then the betel nut fibers are spread so as not to clump during mixing, then the areca nut fibers are cut 2 cm long, then the betel nut fibers are mixed little by little into the betel nut. concrete mix. This study aims to determine the optimum split tensile strength of concrete after mixing areca nut fiber and Epoxy Resin at the age of 7 days and 28 days. The percentage of betel nut fiber used in this study was 0%, 1%, 1.25% 1.50% with the addition of 0.8% Epoxy Resin. The study used a test object in the form of a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, with a sample of 16 pieces of concrete and 3 (three) variations, each variation amounting to 2 samples. Tests carried out on the concrete mixture are the split tensile strength of the concrete. From the research results obtained, the average split tensile strength of concrete aged 7 days with betel nut fiber BN (0%) = 2.86 MPa, BSKP (1%) = 4.56 MPa, BSKP (1.25%) = 3 .71 MPa, BSKP (1.50%) = 2.43 MPa. While the average split tensile strength of concrete aged 28 days with betel nut fiber BN (0%) = 2.43 MPa, BSKP (1%) = 2.76 MPa, BSKP (1.25%) = 2.86 MPa, BSKP (1.50%) = 2.54 MPa.*

*Keywords: Fiber Concrete, Areca Nut Fiber, Epoxy Resin, Split Tensile Strength.*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang dan Epoxy Resin Terhadap Kuat Tarik (Studi Penelitian)”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Alm. Indra Zulkifli Nasution dan Ibunda tercinta Haspriatni, S.E, yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Teristimewa sekali kepada Istri tercinta Winanda Sapira yang telah menyemangati hingga akhir dan telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teristimewa sekali kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Ibnu Syi'na, Abdi Kesuma, Arief Husein Pulungan, Muhammad Rizki Lubis, Bima Surya Ramadhan, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, Maret 2022

Penulis



Bayu Indra Putra Nasution  
NPM.1607210232



## DAFTAR ISI

|  |          |
|--|----------|
| HALAMAN PENGESAHAN                               | i        |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI                | ii       |
| ABSTRAK  | iii      |
| ABSTRACT   | iv       |
| KATA PENGANTAR                                   | v        |
| DAFTAR ISI                                       | vii      |
| DAFTAR TABEL                                     | x        |
| DAFTAR GAMBAR                                    | xii      |
| DAFTAR NOTASI                                    | xiv      |
| DAFTAR LAMPIRAN                                  | xv       |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                         | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang                               | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah                              | 2        |
| 1.3 Batasan Masalah                              | 3        |
| 1.4 Tujuan Penelitian                            | 3        |
| 1.5 Manfaat Penelitian                           | 3        |
| 1.6 Sistematika Penulisan                        | 4        |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>                    | <b>5</b> |
| 2.1 Pengertian Beton                             | 5        |
| 2.2 Penelitian Terdahulu                         | 6        |
| 2.3 Bahan Pembentuk Beton                        | 8        |
| 2.3.1 Semen Portland                             | 8        |
| 2.3.2 Air  | 10       |
| 2.3.3 Agregat                                    | 10       |
| 2.3.3.1 Agregat Halus                            | 11       |
| 2.3.3.2 Agregat Kasar                            | 13       |
| 2.3.4 Bahan Tambah                               | 14       |
| 2.3.4.1 Alasan Penggunaan Bahan Tambah           | 15       |
| 2.3.4.2 Jenis-jenis Bahan Tambah Kimia           | 16       |
| 2.3.4.3 Bahan Tambah Mineral (Mineral Admixture) | 17       |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 2.4          | Serat dan Beton Serat  | 17        |
| 2.5          | Serat Kulit Pinang   | 17        |
| 2.6          | Epoxy Resin  | 18        |
| 2.7          | Slump Test   | 20        |
| 2.8          | Kuat Tarik Belah Beton                                       | 20        |
| <b>BAB 3</b> | <b>METODE PENELITIAN</b>                                     | <b>22</b> |
| 3.1          | Metode Penelitian  | 22        |
| 3.2          | Tempat dan Waktu Penelitian                                  | 24        |
| 3.3          | Teknik Pengumpulan Data                                      | 24        |
| 3.4          | Bahan dan Peralatan  | 24        |
|              | 3.4.1 Bahan  | 24        |
|              | 3.4.2 Peralatan  | 26        |
| 3.5          | Proses Pengerjaan Serat Kulit Pinang dalam<br>Campuran Beton | 31        |
| 3.6          | Persiapan Penelitian   | 31        |
| 3.7          | Pemeriksaan Agregat  | 32        |
| 3.8          | Pemeriksaan Agregat Halus                                    | 32        |
|              | 3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus               | 32        |
|              | 3.8.2 Analisa Gradasi Agregat Halus                          | 33        |
|              | 3.8.3 Kadar Lumpur Agregat Halus                             | 33        |
|              | 3.8.4 Berat Isi Agregat Halus                                | 34        |
|              | 3.8.5 Kadar Air Agregat Halus                                | 35        |
| 3.9          | Pemeriksaan Agregat Kasar                                    | 36        |
|              | 3.9.1. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar              | 36        |
|              | 3.9.2. Analisa Gradasi Agregat Kasar                         | 37        |
|              | 3.9.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar                            | 37        |
|              | 3.9.4. Berat Isi Agregat Kasar                               | 38        |
|              | 3.9.5. Kadar Air Agregat Kasar                               | 39        |
| 3.10         | Perencanaan Pembuatan Campuran ( <i>Mix Design</i> )         | 39        |
| 3.11         | Pelaksanaan Penelitian                                       | 49        |
|              | 3.11.1 <i>Trial Mix</i>                                      | 49        |
|              | 3.11.2 Pembuatan Benda Uji                                   | 49        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.11.3 | Pengujian <i>Slump Test</i>                                  | 49 |
| 3.11.4 | Perawatan Beton  | 50 |
| 3.11.5 | Pengujian Kuat Tarik Belah                                   | 50 |
| BAB 4  | HASIL DAN PEMBAHASAN   | 52 |
| 4.1    | Tinjauan Umum  | 52 |
| 4.2    | Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton                       | 52 |
| 4.3    | Hasil Pemeriksaan Agregat Halus                              | 52 |
| 4.4    | Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar                              | 57 |
| 4.5    | Perencanaan Campuran Beton                                   | 62 |
| 4.6    | Metode Pengerjaan Mix Design                                 | 64 |
| 4.6.1  | Bahan Serat Kulit Pinang sebagai Penambahan<br>Agregat Halus | 75 |
| 4.7    | <i>Slump Test</i>  | 77 |
| 4.8    | Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton           | 80 |
| BAB 5  | KESIMPULAN DAN SARAN   | 87 |
| 5.1    | Kesimpulan   | 87 |
| 5.2    | Saran  | 88 |
|        | DAFTAR PUSTAKA   | 89 |
|        | LAMPIRAN   | 91 |

## DAFTAR TABEL

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Tabel 2.1 :  | Batas gradasi agregat halus.   | 12 |
| Tabel 2.2 :  | Batas gradasi agregat kasar.   | 14 |
| Tabel 2.3 :  | Komposisi kimiawi serat kulit pinang.  | 18 |
| Tabel 3.1 :  | Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.   | 41 |
| Tabel 3.2 :  | Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.          | 42 |
| Tabel 3.3 :  | Perkiraan kadar air bebas (Kg/m <sup>3</sup> ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton. | 44 |
| Tabel 3.4 :  | Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembeconan dalam lingkungan khusus.  | 45 |
| Tabel 3.5 :  | Jumlah variasi sampel pengujian beton.   | 51 |
| Tabel 4.1 :  | Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.   | 53 |
| Tabel 4.2 :  | Daerah Gradasi Agregat Halus.  | 53 |
| Tabel 4.3 :  | Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.  | 54 |
| Tabel 4.4 :  | Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.   | 55 |
| Tabel 4.5 :  | Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.   | 56 |
| Tabel 4.6 :  | Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.  | 57 |
| Tabel 4.7 :  | Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.   | 57 |
| Tabel 4.8 :  | Batas Gradasi Agregat Kasar.   | 58 |
| Tabel 4.9 :  | Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.  | 59 |
| Tabel 4.10 : | Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.   | 60 |
| Tabel 4.11 : | Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.   | 61 |
| Tabel 4.12 : | Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar   | 62 |
| Tabel 4.13 : | Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).   | 63 |
| Tabel 4.14 : | Hasil perbandingan campuran bahan beton setiap 1 benda uji dalam 1 m <sup>3</sup>  | 64 |
| Tabel 4.15 : | Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (7 hari).   | 72 |
| Tabel 4.16 : | Banyak agregat halus yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (7 hari).   | 72 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.17 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dalam<br>1 benda uji (28 hari).                                      | 73 |
| Tabel 4.18 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan dalam<br>1 benda uji (28 hari).                                      | 73 |
| Tabel 4.19 : Perbandingan untuk 8 benda uji dalam satuan kg (7 hari).  | 74 |
| Tabel 4.20 : Perbandingan untuk 8 benda uji dalam satuan kg (28 hari).   | 75 |
| Tabel 4.21 : Banyak Serat kulit pinang yang dibutuhkan untuk 6 benda uji<br>silinder (7 hari).                         | 76 |
| Tabel 4.22 : Banyak Serat kulit pinang yang dibutuhkan untuk 6 benda uji<br>silinder (28 hari).                        | 77 |
| Tabel 4.23 : Hasil pengujian nilai slump (7 hari).   | 78 |
| Tabel 4.24 : Hasil pengujian nilai slump (28 hari).  | 79 |
| Tabel 4.25 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (7 hari).   | 81 |
| Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1% dan Epoxy Resin 0,8% (7 hari).     | 81 |
| Tabel 4.27 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1,25% dan Epoxy Resin 0,8% (7 hari).  | 81 |
| Tabel 4.28 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1,50% dan Epoxy Resin 0,8% (7 hari).  | 81 |
| Tabel 4.29 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (28 hari).  | 83 |
| Tabel 4.30 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1% dan Epoxy Resin 0,8% (28 hari).    | 83 |
| Tabel 4.31 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1,25% dan Epoxy Resin 0,8% (28 hari). | 83 |
| Tabel 4.32 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan<br>serat kulit pinang 1,50% dan Epoxy Resin 0,8% (28 hari). | 84 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | : Klasifikasi agregat berdasarkan sumber material  | 11 |
| Gambar 2.2  | : Epoxy Resin  | 19 |
| Gambar 3.1  | : Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan   | 23 |
| Gambar 3.2  | : Semen Andalas  | 24 |
| Gambar 3.3  | : Agregat Halus (Pasir)  | 25 |
| Gambar 3.4  | : Agregat Kasar (Batu pecah)   | 25 |
| Gambar 3.5  | : Air  | 25 |
| Gambar 3.6  | : Serat Kulit Pinang   | 26 |
| Gambar 3.7  | : Epoxy Resin  | 26 |
| Gambar 3.8  | : Satu set saringan agregat kasar  | 26 |
| Gambar 3.9  | : Satu set saringan agregat halus  | 27 |
| Gambar 3.10 | : Timbangan digital  | 27 |
| Gambar 3.11 | : Plastik  | 27 |
| Gambar 3.12 | : Pan  | 27 |
| Gambar 3.13 | : Ember  | 28 |
| Gambar 3.14 | : Kerucut abrasi, tongkat pemadat, mistar dan plat baja  | 28 |
| Gambar 3.15 | : Sekop tangan   | 29 |
| Gambar 3.16 | : Skrap  | 29 |
| Gambar 3.17 | : Tabung ukur  | 29 |
| Gambar 3.18 | : Sarung tangan  | 29 |
| Gambar 3.19 | : Cetakan silinder   | 30 |
| Gambar 3.20 | : Vaseline (minyak gemuk)  | 30 |
| Gambar 3.21 | : Kuas   | 30 |
| Gambar 3.22 | : Mesin pengaduk beton   | 30 |
| Gambar 3.23 | : Bak perendam   | 31 |
| Gambar 3.24 | : Mesin uji kuat tarik belah beton   | 31 |
| Gambar 3.25 | : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen<br>(benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm,<br>tinggi 300 mm) | 43 |
| Gambar 3.26 | : Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2   | 46 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.27 | : Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm  | 46 |
| Gambar 3.28 | : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.                                 | 47 |
| Gambar 3.29 | : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.   | 48 |
| Gambar 3.30 | : Cetakan untuk uji slump (kerucut abram).  | 50 |
| Gambar 3.31 | : Pengujian kuat tarik belah beton.   | 51 |
| Gambar 4.1  | : Grafik Analisa Agregat Halus.   | 54 |
| Gambar 4.2  | : Grafik Analisa Agregat Kasar.   | 58 |
| Gambar 4.3  | : Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).   | 65 |
| Gambar 4.4  | : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,60 (SNI 03-2834-2000). | 66 |
| Gambar 4.5  | : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,37 & 0,50 (SNI 03-2834-2000).             | 67 |
| Gambar 4.6  | : Grafik perbandingan nilai slump (7 hari).   | 78 |
| Gambar 4.7  | : Grafik perbandingan nilai slump (28 hari).  | 79 |
| Gambar 4.8  | : Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.  | 82 |
| Gambar 4.9  | : Grafik persentase nilai Fct Rata-rata kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.  | 82 |
| Gambar 4.10 | : Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 28 hari  | 84 |
| Gambar 4.11 | : Grafik persentase nilai Fct Rata-rata kuat tarik belah beton pada umur 28 hari  | 85 |

## DAFTAR NOTASI

|                |   |  |                      |
|----------------|---|--|----------------------|
| Fct            | = | Kuat tarik belah                                     | (MPa)                |
| P              | = | Beban uji  | (Kg)                 |
| L              | = | Panjang benda uji                                    | (Cm)                 |
| D              | = | Diameter atau lebar benda uji                        | (Cm)                 |
| A              | = | Luas Penampang                                       | (Cm <sup>2</sup> )   |
| B              | = | Jumlah air   | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Bk             | = | Berat benda uji kering oven                          | (gr)                 |
| Bssd           | = | Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh | (gr)                 |
| Ba             | = | Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air  | (gr)                 |
| C              | = | Agregat halus  | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| D              | = | Agregat kasar  | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Ca             | = | Absorpsi air pada agregat halus                      | (%)                  |
| Da             | = | Absorpsi agregat kasar                               | (%)                  |
| Ck             | = | Kandungan air dalam agregat halus                    | (%)                  |
| Dk             | = | Kandungan air dalam agregat kasar                    | (%)                  |
| Cm             | = | Centimeter   |                      |
| Mm             | = | Milimeter  |                      |
| Kg             | = | Kilogram   |                      |
| MPa            | = | Megapascal   |                      |
| M <sup>3</sup> | = | Meter kubik  |                      |



## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                 |     |
|-------------|---------------------------------|-----|
| Lampiran 1  | : Agregat Kasar                 | 92  |
| Lampiran 2  | : Agregat Halus                 | 92  |
| Lampiran 3  | : Air                           | 92  |
| Lampiran 4  | : <i>Epoxy Resin</i>            | 93  |
| Lampiran 5  | : Serat Kulit Pinang            | 93  |
| Lampiran 6  | : Semen Portland                | 93  |
| Lampiran 7  | : Saringan Agregat Kasar        | 94  |
| Lampiran 8  | : Saringan Agregat Halus        | 94  |
| Lampiran 9  | : Cetakan Silinder              | 94  |
| Lampiran 10 | : Gelas Ukur                    | 95  |
| Lampiran 11 | : Kerucut Abrams                | 95  |
| Lampiran 12 | : Mixer Beton                   | 95  |
| Lampiran 13 | : Timbangan                     | 96  |
| Lampiran 14 | : Tongkat Penumbuk              | 96  |
| Lampiran 15 | : Besi Plat 2m x 1m             | 96  |
| Lampiran 16 | : Bak Perendaman                | 97  |
| Lampiran 17 | : Alat Tulis                    | 97  |
| Lampiran 18 | : Ember                         | 97  |
| Lampiran 19 | : Plastik                       | 98  |
| Lampiran 20 | : Sendok Semen                  | 98  |
| Lampiran 21 | : Penggaris                     | 98  |
| Lampiran 22 | : Sekop Tangan                  | 99  |
| Lampiran 23 | : Skrap                         | 99  |
| Lampiran 24 | : Masker                        | 99  |
| Lampiran 25 | : Sarung Tangan                 | 100 |
| Lampiran 26 | : Proses Pembuatan Adukan Beton | 100 |
| Lampiran 27 | : Proses Pengujian Slump Test   | 100 |
| Lampiran 28 | : Proses Perojokan Adukan Beton | 101 |
| Lampiran 29 | : Perendaman Benda Uji          | 101 |
| Lampiran 30 | : Beton Normal                  | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 31 : Beton V1-1%                             | 102 |
| Lampiran 32 : BetonV2-1,25%                           | 102 |
| Lampiran 33 : BetonV3-1,50%                           | 102 |
| Lampiran 34 : BetonV1-1%                              | 102 |
| Lampiran 35 : BetonV2-1,25%                           | 103 |
| Lampiran 36 : BetonV3-1,50%                           | 103 |
| Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 103 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Semua bangunan gedung menggunakan beton sebagai salah satu elemen strukturnya. Keunggulan beton adalah memiliki kuat tekan tinggi, mudah diproduksi, sedikit kebutuhan pemeliharaan, harga relative murah dan tahan lama karena tidak berkarat. Struktur yang berbahan beton sangat rentan terhadap retak karena sifat bahannya yang getas serta sifat beton yang kuat terhadap tekanan, namun lemah terhadap tarikan. Sifat lemah terhadap tarik mengakibatkan beton hancur atau patah tanpa terjadi perubahan bentuk ketika tegangan maksimum telah tercapai (Wicaksana dkk, 2014).

Beton mempunyai kuat desak yang sangat besar, tetapi kuat tarik beton sangat rendah. Salah satu usaha untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan menggunakan serat sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Masalah yang dihadapi dalam inovasi dan perkembangan teknologi beton, khususnya beton serat adalah meningkatnya harga berbagai jenis bahan bangunan, termasuk serat buatan produksi pabrik sehingga serat alami dapat menjadi pilihan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.

Beton serat adalah beton yang cara pembuatannya ditambah serat. Tujuan penambahan serat tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat, cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat berupa serat alam atau serat buatan.

Serat atau lebih dikenal dengan istilah fiber merupakan salah satu bahan tambahan yang secara umum berfungsi untuk menambah kuat tarik. Serat berguna menahan beban yang diderita beton agar retakan yang terjadi tidak membuatnya hancur. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat- sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban, daya tahan, dan kemudahan pengerjaannya. Maka dari itu penambahan beton pada serat pinang. Masing-masing bahan serat tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan dalam memperbaiki karakteristik

beton. Serat buah pinang terdiri dari komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, abu, dan lain-lain. Selulosa berpotensi dalam proses adsorpsi dan memiliki situs aktif seperti, gugus hidroksil (OH-) yang dapat dengan mudah membentuk serangkaian reaksi kimia dan melakukan penikat dengan senyawa kation dan anion (Handayani, 2010).

Penggunaan bahan tambah *Epoxy Resin* akan membantu meningkatkan kekuatan beton, sehingga meningkatkan pencegahan keretakan beton dan pelapukan dini. Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji. Kuat tarik belah diperoleh dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran. Besarnya kuat tarik belah benda uji dapat dihitung dengan persamaan 1.1:

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (1.1)$$

Keterangan :  $f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban uji maksimum (beban belah/hancur) (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serat kulit pinang dalam campuran beton yang ditinjau dari kuat tarik belah dengan benda uji silinder?
2. Pada variasi campuran serat kulit pinang beberapa (%) terjadi kenaikan/penurunan kuat tarik belah beton jika nilai variasi persentasi yang digunakan untuk penambahan serat kulit pinang sebagai substitusi parsial agregat halus adalah 1%, 1,25%, dan 1,50%.

### **1.3. Batasan Masalah**

Pembatasan masalah yang ada supaya tidak terlalu luas, maka disini dibatasi masalahnya sebagai berikut:

1. Kategori Serat kulit pinang yang digunakan pinang biasa
2. Agregat kasar yang digunakan adalah split dari Binjai.
3. Ukuran butir agregat kasar adalah 4,75mm – 25,4 mm.
4. Bahan tambahan yang digunakan untuk substitusi agregat halus adalah Serat Kulit Pinang.
5. Semen yang digunakan Semen type 1 adalah Portland Composite Cement (PCC).
6. Air yang digunakan adalah PDAM.
7. Pengujian, kuat tarik belah.
8. Perhitungan Mix Design menggunakan ketentuan SK SNI 03-2834-2000.
9. Benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
10. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang dan menciptakan inovasi baru beton yang sesuai dengan standar, dengan melakukan penelitian.
2. Pemeriksaan beton yang ditambahkan serat kulit pinang sebagai substitusi parsial dari agregat halus dan dikuatkan dengan bahan tambah *epoxy resin* yang ditinjau dari kuat tarik belah beton.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik beton normal dengan beton yang memakai serat kulit pinang dan bahan tambah *epoxy resin*, dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 Metode Penelitian**

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

### **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Beton**

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat – agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air sehingga membentuk suatu massa mirip batuan. Beton adalah material yang rumit. Beton dapat dibuat dengan mudah bahkan oleh mereka yang tidak punya pengertian sama sekali tentang beton teknologi, tetapi pengertian yang salah dari kesederhanaan ini sering menghasilkan persoalan dari produk, antara lain reputasi jelek dari beton sebagai materi bangunan. Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuankecil (agregat halus atau pasir), dan pori– pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran–butiran agregat saling terekat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama (Naim et al, 2018).

Beton menurut SNI-03-2847-2002 adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Proses pengerasan pada beton terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang terus berlangsung dari waktu ke waktu. Penambahan umur beton akan membuat beton semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f_c'$ ) pada usia 28 hari (Hasanah et al, 2019).

Beton seiring perkembangannya dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur, dan dapat digunakan dalam hal yang lainnya. Banyak hal yang dapat dilakukan dengan beton dalam bangunan, contohnya dalam struktur beton yang terdiri dari balok, kolom, pondasi, atau plat. Beton juga dapat digunakan sebagai bangunan air yaitu berupa saluran, drainase, maupun bandungan. Beton dalam bidang jalan raya dan jembatan dapat digunakan untuk

membuat jalan, jembatan dan gorong-gorong. Beton dimanfaatkan hampir disemua konstruksi (Hasanah et al, 2019).

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada 28 hari terjadi pada beton dengan campuran serbuk kayu 7% + am 78 concrete additive 0,8% yaitu sebesar 271,11 MPa.(Tugas-tugas et al., 2020) (Rizki Surya Fani). Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada perendaman air tawar 28 hariterjadi pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + viscocrete 3115 N 1% yaitu sebesar 26,59 MPa.(Sinambela et al., 2020) (Wisnu Derlangga Sinambela). Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton, Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara serbuk kaca 4%, 8%, 12% dengan sikacim concrete additive 1% pada campuran beton, terjadi peningkatan sebesar 1,04%, 3,02%, 0,37% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah, (Serbuk, et al., 2020), (Rahmad Hidayat).

Pengujian yang dilakukkan yaitu kuat lentur beton. Hasil kuat lentur optimum pada BP-7 sebesar 5,36 MPa dari konversi kuat tarik belah sebesar 3,91 MPa dengan kenaikan sebesar 9,51% dan selisih 0,51 MPa dari beton normal.(Surbakti, 2020) (Muhammad Azizi Surbakti). Pengujian yang dilakukkan yaitu kuat tarik belah. Hasil kuat tarik belah optimum pada campuran beton dengan menggunakan serat ijuk sebanyak 9% dan viscocrete 3115 0,8% dengan kuat tarik belah rata-rata 5,16 MPa, (Studi et al., 2020), (Togu Rahman). Pengujian yang dilakukkan yaitu kuat tarik beton. Hasil Penambahan styrofoam pada pengujian kuat tarik mengakibatkan penurunan kekuatan yang tidak linier, penambahan 5%, 6%, 7% styrofoam akan menurunkan kuat tarik dengan selisih 1,06 MPa ; 1,56 MPa ; 1,49 MPa terhadap beton tanpa penambahan styrofoam, (*No Title*, 2020), (Rizki Arami).

Pengujian yang dilakukkan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada campuran beton dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit 25% dan silica gel 8% dengan kuat tarik belah rata-rata 4,88 MPa, (*No Title*, 2020), (Muhammad Yusril Chair). Pengujian yang dilakukkan yaitu kuat tekan



beton. Hasil kuat tekan beton optimum pada campuran abu cangkang kelapa sawit 25% dan zat adiktif bondcrete 5% = 24,06 MPa, berat isi rata-rata beton 2249 kg/m<sup>3</sup>, (Kuat, et al., 2020), (Muhammad Indra). Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada persentase 10% dengan nilai kuat tarik maksimum diperoleh sebesar 3,73 MPa, (Studi, et al., 2020), (Muhammad Fakhri).

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui ketahanan beton mutu tinggi dalam perendaman air kapur dengan *sika fume*. Hal ini menunjukkan bahwa beton dengan campuran air tawar + sika fume 10% yang direndam air sulfat 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata lebih rendah dari pada kuat tekan yang direndam air tawar 28 hari namun lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton normal, (Studi, et al., 2020), (Irgi Ilham Sani). Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui ketahanan beton terhadap rendaman sulfat. Hasil kuat tekan beton optimum 28 hari rendaman asam sulfat pada parsial semen serbuk kaca 1,2% + sika fume 10% 26,24 Mpa menjadi 24,07 MPa, (Studi, et al., 2020a), (Irfan Sukuri). Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada penambahan serat tandan kosong 3% dan Admixture adhesive manufacturer (AM 78) 1,5%, yaitu senilai 4,9 MPa, (Akhir, et al., 2020) (Hasanul Arifin).

Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada abu bonggol jagung 5% dan sika 0,8% sebesar 5,02 MPa, (Dari, et al., 2020), (Handriyan Wijaya). Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada beton serbuk kaca substitusi parsial semen dengan bahan tambah bondcrete (BK-2) = 3,89 MPa, (Tarik & Beton, 2020), (Fajar Riski). Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah. Hasil kuat tarik belah optimum menggunakan serat ijuk sebanyak 6% dan sikacim concrete additive 0,8% dengan kuat tarik belah rata-rata 5,00 MPa, (Delva Enzelya Adila).

Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tekan beton. Hasil kuat tekan beton optimum pada campuran abu batang pisang ditambah sikacim concrete additive 0,6% adalah sebesar 30,74 MPa, (Bobby Nazar). Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tarik belah beton. Hasil kuat tarik belah beton optimum pada abu serbuk kayu

dengan bahan tambah sika viscocrete 3115 N pada BA10 sebesar 3,04 MPa, (Arif Agustiono).

## **2.3. Bahan Pembentuk Beton**

### **2.3.1. Semen Portland**

Semen *portland* menurut SNI 15-2049- 2004 merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis. Semen portland digiling bersama-sama dengan bahan berupa senyawa kalsium sulfat yang berbentuk kristal dan boleh ditambah dengan bahan lainnya, (Hasanah, et al., 2019).

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi satu massa yang padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton adalah bahan jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis. Hidraulis berarti semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu bahan massa. Semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan SNI 0013-1981 (Naim, et al, 2018).

Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan. Suatu campuran dari calcareous (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan argillaceous (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 1996). Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu: trikalsium silikat ( $C_3S$ ), dikalsium silikat ( $C_2S$ ), trikalsium aluminat ( $C_3A$ ), dan tetrakalsium aluminoforit ( $C_4AF$ ). Selain itu, pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, misalnya :  $MgO$ ,  $TiO_2$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $K_2O$  dan  $Na_2O$ . Soda atau potasium ( $Na_2O$  dan  $K_2O$ ) merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat, sehingga menimbulkan disintegrasi beton, (Neville dan Brooks, 1987), (Naim, et al., 2018).

Sesuai dengan kebutuhan pemakaian semen yang disebabkan oleh kondisi lokasi maupun kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi. Berdasarkan Peraturan Beton 1989 (SKBI.4.53.1989) membagi semen portland menjadi 5 jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu:

1) Tipe I (Normal Portland Cement)

Semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Digunakan untuk bangunan bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.

2) Tipe II (High – Early – Strength Portland Cement)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa.

3) Tipe III (Modified Portland Cement)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (winter season).

4) Tipe IV (Low Heat Portland Cement)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar dan masif, umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.

5) Tipe V (Sulfate Resisting Portland Cement)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi.

### **2.3.2. Air**

Kondisi air yang digunakan harus bersih bebas dari asam, alkali dan minyak atau yang dapat dikonsumsi (diminum). Air sangatlah berpengaruh terhadap komposisi beton, hal ini dapat terlihat bahwa w/c sangat mempengaruhi kekuatan tekan terhadap beton.

Fungsi dari air pencampur adalah sebagai berikut ini:

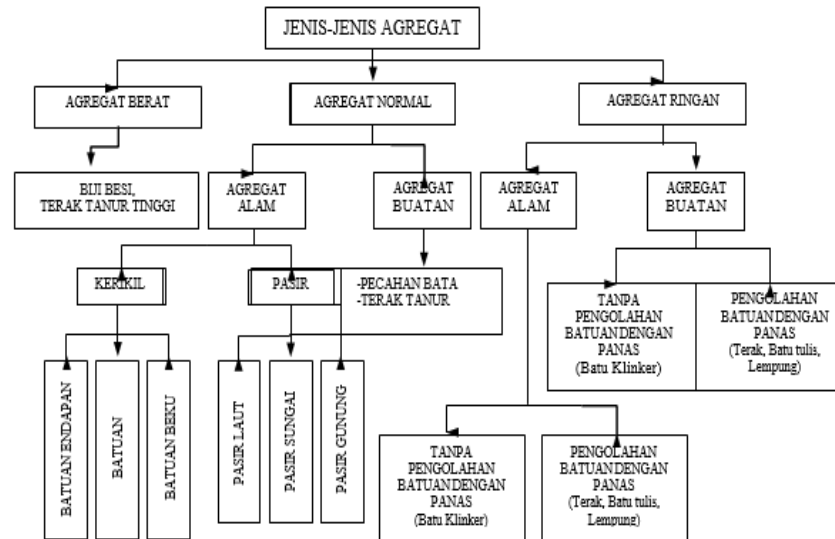
- a. Membasahi agregat dan melindungi dari absorpsi dari reaksi kimia.
- b. Menjadi formulasi terhadap semen untuk menjadikan pasta yang gabungan antara keduanya menjadi reaksi kimia yang berubah menjadi panas hidrasi.
- c. Menjadi flux material semen untuk melewati ke seluruh permukaan agregat.
- d. Membuat adukan beton mudah dikerjakan.

Melumasi campuran beton agar mudah ditempatkan dan seragam pada pengecoran disudut maupun pada kolom dan balok.

### **2.3.3. Agregat**

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan. Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan, kuat, tahan lama, dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus (Naim et al, 2018).

Agregat dapat dibedakan atas dua jenis yaitu: agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan buatan inipun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi) dan tekstur permukaannya. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat pembagian jenis agregat berdasarkan sumber materialnya.



Gambar 2.1: Klasifikasi agregat berdasarkan sumber material (Mulyono, 2003).

Berdasarkan ukurannya, secara garis besar agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus dengan penjelasan sebagai berikut:

### 2.3.3.1 Agregat Halus

Agregat halus menurut SNI 03-6820-2002 adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (Hasanah et al., 2019).

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan karena sangat berpengaruh pada kualitas beton yang dihasilkan. Menurut PBI 1971, syarat-syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut:

- Agregat halus berbentuk butiran-butiran yang kuat serta tajam, bersifat tidak mudah hancur karena cuaca panas ataupun hujan.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila mengandung lumpur lebih dari 5%, agregat halus harus dicuci terlebih dahulu. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beranekaragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam Pasal 3.5 ayat 1 (PBI 1971), harus memenuhi syarat sebagai berikut:
- 1) Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat;
  - 2) Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat; dan
  - 3) Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% - 90% berat.

SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

| Lubang Ayakan<br>(mm) | No     | Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
|                       |        | I                                    | II     | III    | IV     |
| 10                    | 3/8 in | 100                                  | 100    | 100    | 100    |
| 4,8                   | No.4   | 90-100                               | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| 2,4                   | No.8   | 60-95                                | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| 1,2                   | No.16  | 30-70                                | 55-90  | 75-100 | 90-100 |
| 0,6                   | No.30  | 15-34                                | 35-59  | 60-79  | 80-100 |
| 0,3                   | No.50  | 5-20                                 | 8-30   | 12-40  | 15-50  |
| 0,25                  | No.100 | 0-10                                 | 0-10   | 0-10   | 0-15   |

- Keterangan:
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar.
  - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang.
  - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus.
  - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).

4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Beratisi.

### **2.3.3.2 Agregat Kasar**

Agregat kasar berdasarkan SNI 03-2847- 2002 adalah kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5,0 mm - 40 mm. Agregat kasar harus bersih dari bahan- bahan organik, kandungan bahan organik maksimum pada agregat kasar adalah sebesar 1% dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Syarat agregat kasar yang dapat digunakan adalah sesuai dengan SNI-03-6821-2002 (Hasanah et al, 2019).

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Disebut agregat kasar jika sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in. (6 mm). Menurut PBI (1971), Pasal 3.4 syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut.

- a. Disebut agregat kasar karena tidak memiliki pori-pori yang lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar harus memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca panas ataupun dingin.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Jika melebihi 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- d. Menurut SNI 2847-2013 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung) ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:
  1.  $\frac{1}{5}$  jarak terkecil antara sisi cetakan;
  2.  $\frac{1}{3}$  ketebalan slab; dan
  3.  $\frac{3}{4}$  jarak bersih minimum antara tulangan atau kawat, bundel tulangan, atau tendon prategang, atau selongsong.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

| Lubang<br>Ayakan (mm) | Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm |          |
|-----------------------|--|----------|
|                       | Minimum  | Maksimum |
| 37,5 (1,5 in)         | 0  | 5        |
| 25 (1 in)             | 0  | 10       |
| 12,5 (½ in)           | 25   | 60       |
| 4,75 (No. 4)          | 95   | 100      |
| 2,36 (No. 8)          | 100  | 100      |

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar ASTM C33 (1986), agregat kasar diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Beratjenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Beratisi.
7. Keausan agregat.

#### 2.3.4. Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk menghemat biaya.

Dalam Standard *Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C. 125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19), bahan tambah didefinisikan sebagai material selain air,



agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya agar dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Limbah et al, 2014).

Bahan tambah adalah bahan yang selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton. Tujuannya untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segara atau setelah mengeras. Bahan tambah dibagi menjadi dua yaitu *Chemical Admixture* (bahan-bahan admixture yang dapat larut dalam air) dan *Mineral Admixture* bahan-bahan yang tidak dapat larut dalam air (Indra Wibowo).

#### **2.3.4.1. Alasan Penggunaan Bahan Tambah**

Penggunaan bahan tambahan harus didasarkan pada alasan-alasan yang tepat misalnya untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu pada beton. Pencapaian kekuatan awal yang tinggi, kemudahan pekerjaan, menghemat harga beton, memperpanjang waktu pengerasan dan pengikatan, mencegah retak dan lain sebagainya. Para pemakai harus menyadari hasil yang diperoleh tidak akan sesuai dengan yang diharapkan pada kondisi pembuatan beton dan bahan yang kurang baik. Keuntungan penggunaan bahan tambah pada sifat beton, antara lain:

- a. Pada beton segar (*fresh concrete*)
  - Memperkecil faktor air semen
  - Mengurangi penggunaan air.
  - Mengurangi penggunaan semen.
  - Memudahkan dalam pengecoran.
  - Memudahkan finishing.
- b. Pada beton keras (*hardened concrete*)
  - Meningkatkan mutu beton
  - Kedap terhadap air (*low permeability*).
  - Meningkatkan ketahanan beton (*durability*).
  - Berat jenis beton meningkat.

#### 2.3.4.2. Jenis-Jenis Bahan Tambah Kimia

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) ada bermacam-macam. Menurut ASTM, bahan kimia pembantu itu terbagi menjadi:

- a. Jenis A berfungsi untuk mengurangi air (*water reducer*).
- b. Jenis B berfungsi untuk memperlambat pengikatan (*retarder*).
- c. Jenis C berfungsi mempercepat pengikatan (*accelerator*).
- d. Jenis D berfungsi mengurangi air dan memperlambat pengikatan (*water reducer and retarder*).
- e. Jenis E berfungsi untuk mengurangi air dan mempercepat pengikatan (*water reducer and accelerator*).
- f. Jenis F (*superplasticizer*) berfungsi untuk mengurangi air dan meningkatkan kelecakan (*water reducer and high range*).
- g. Jenis G berfungsi untuk mengurangi air, meningkatkan kelecakan dan memperlambat pengikatan (*water reducer, high range and retarder*).

Bahan tambah mineral (*additive*) merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah pozzolan, fly ash, slag, silica fume. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain:

- a. Memperbaiki *workability*.
- b. Mengurangi panas hidrasi.
- c. Mengurangi biaya pekerjaan.
- d. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat.
- e. Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika.
- f. Mempertinggi usia beton.
- g. Mempertinggi kekuatan tekan beton.
- h. Mempertinggi keawetan beton.
- i. Mengurangi penyusutan.
- j. Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

#### **2.3.4.3. Bahan Tambah Mineral (*Mineral Admixture*)**

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini, bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah abu terbang (*fly ash*), *slag*, *silica fume* dan abu ampas tebu (*cane pulpash*).

#### **2.4. Serat dan Beton Serat**

Serat adalah bahan tambahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton yang getas menjadi lebih daktail. Serat merupakan bahan yang kuat, kaku, dan getas. Penambahan serat bertujuan meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, serta meningkatkan keawetan pada beton.

Serat yang panjang dan tipis dengan rasio  $l/d > 100$  mempunyai lekatan dengan beton yang lebih besar dibandingkan dengan serat yang pendek dengan rasio  $l/d < 50$ . Hannant D.J. berdasarkan penelitian hasil percobaan untuk  $l/d < 50$  menunjukkan hasil yang mudah untuk dicabut dari beton. Peningkatan aspek rasio serat akan memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik maupun lentur beton, sama halnya penambahan volume serat ke dalam campuran beton.

Penambahan serat dilakukan dengan cara memberi serat pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi acak yang dimaksudkan untuk mencegah terjadinya retakan pada beton di daerah tarik. Retak pada beton di daerah tarik diakibatkan karena pengaruh pembebanan, pengaruh susut, atau pengaruh panas hidrasi (Hasanah, et al, 2019).

#### **2.5. Serat Kulit Pinang**

Serat kulit pinang merupakan salah satu material serat alam (natural fiber) alternatif dalam pembuatan komposit yang secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan. Pinang (*Areca catechu L.*) merupakan tanaman famili *Arecaceae* yang dapat mencapai tinggi 15-20 m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm (Hasanah, et al, 2019).

Serat pinang diantara serat alam lainnya tampak merupakan bahan yang menjanjikan karena murah, ketersediaan melimpah dan tanaman yang berkhasiat tinggi (Limbong, 2014) Tabel serat kulit pinang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Komposisi kimiawi serat kulit pinang.

| Komposisi Kimia | Kandungan (%) |
|-----------------|---------------|
| Kadar Selulosa  | 70,2          |
| Air             | 10,92         |
| Abu             | 6,02          |

Sumber: Ruslinda, 2008 dalam Jayanto & Simanjuntak, 2011.

Pinang adalah sejenis tumbuhan palmyang tumbuh di daerah Afrika bagian timur, Asia dan daerah Pasifik. Pinang yang memiliki nama ilmiah *Areca catechu* ini memiliki batang lurus langsing dan dapat mencapai ketinggian 25 meter. Dengan batang tinggi langsing serta lurus ini, membuat pohon pinang banyak digunakan sebagai media untuk permainan panjat pinang. Pohon pinang memang tidak menghasilkan buah yang dapat dikonsumsi langsung, tetapi buah pinang ternyata telah banyak dimanfaatkan oleh leluhur kita sebagai obat tradisional, (Naim et al, 2018).

Penambahan beton pada serat buah pinang keringkan atau di oven dengan suhu 0 C, lalu dipisahkan kulit dan bijinya kemudian serat buah pinang diberi agar tidak bergumpal pada saat terjadi pencampuran lalu serat buah pinang dipotong sepanjang 2 cm, lalu serat buah pinang dicampur sedikit demi sedikit ke campuran beton (Naim et al, 2018).

## **2.6. Epoxy Resin**

Resin epoxy atau secara umum di pasaran dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset. Resin thermoset adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai plimer tiga dimensi. Resin epoksi banyak digunakan untuk bahan struktural, sehingga pada beton penggunaan resin epoksi dapat mempercepat proses

pengeringan, karena epoksi menimbulkan panas dan dapat membantu percepatan pengerasan (Gemert, et al, 2004).

Epoxy adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda, ini disebut sebagai "resin" dan "pengeras". Resin ini terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung. Epoxy resin Paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara epiklorohidrin dan bisphenol-A, meskipun yang terakhir mungkin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa. Pengeras terdiri dari monomer polyamine, misalnya Triethylenetetramine (Teta). Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen. Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut "curing", dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, dan rasio kata senyawanya; proses dapat mengambil menit untuk jam. Beberapa formulasi manfaat dari pemanasan selama masa penyembuhan, sedangkan yang lainnya hanya memerlukan waktu, dan suhu ambien (Karwur et al, 2013).

Resin epoksi dapat direaksikan baik dengan dirinya sendiri melalui homopolimerisasi katalitik, atau dengan berbagai ko-reaktan termasuk amina polifungsional, asam dan anhidrida asam, fenol, alkohol, dan tiol (biasanya disebut merkaptan). Co-reaktan ini sering disebut sebagai pengeras atau kuratif, dan reaksi ikatan silang biasanya disebut sebagai curing.



Gambar 2.2 : Epoxy Resin.

## 2.7. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambahi (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan. Dalam praktek, ada tiga macam tipe *slump* yang terjadi yaitu:

- *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yang runtuh.
- *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring.
- *Slump* runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya.

## 2.8. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton dalam keadaan belah, pengujian kuat tarik belah penting dilakukan untuk menentukan retak dan lendutan yang terjadi pada balok. Penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton (Edhi Wahyuni:1996). Hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta dengan serat cukup besar. Penentuan kuat tarik belah beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan benda uji silinder Ø 15 x 30 (cm) dengan prosedur ASTM 496-94 (Naim et al, 2018).

Kuat tarik belah beton menurut SNI 03- 2491-2002 adalah nilai kuat tarik tidaklangsung dari benda uji beton berbentuk silinder. Nilaitersebut diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji. Tegangan tarik dihitung dengan persamaan 2.1 dari SNI 03-2491-2002 (Hasanah, et al, 2019).

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (2.1)$$

Dimana:

F<sub>ct</sub> = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (Kg)

D = Diameter benda uji silinder (Cm)

L = Panjang benda uji silinder (Cm)

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Metode Penelitian**

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

##### **1. Data primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

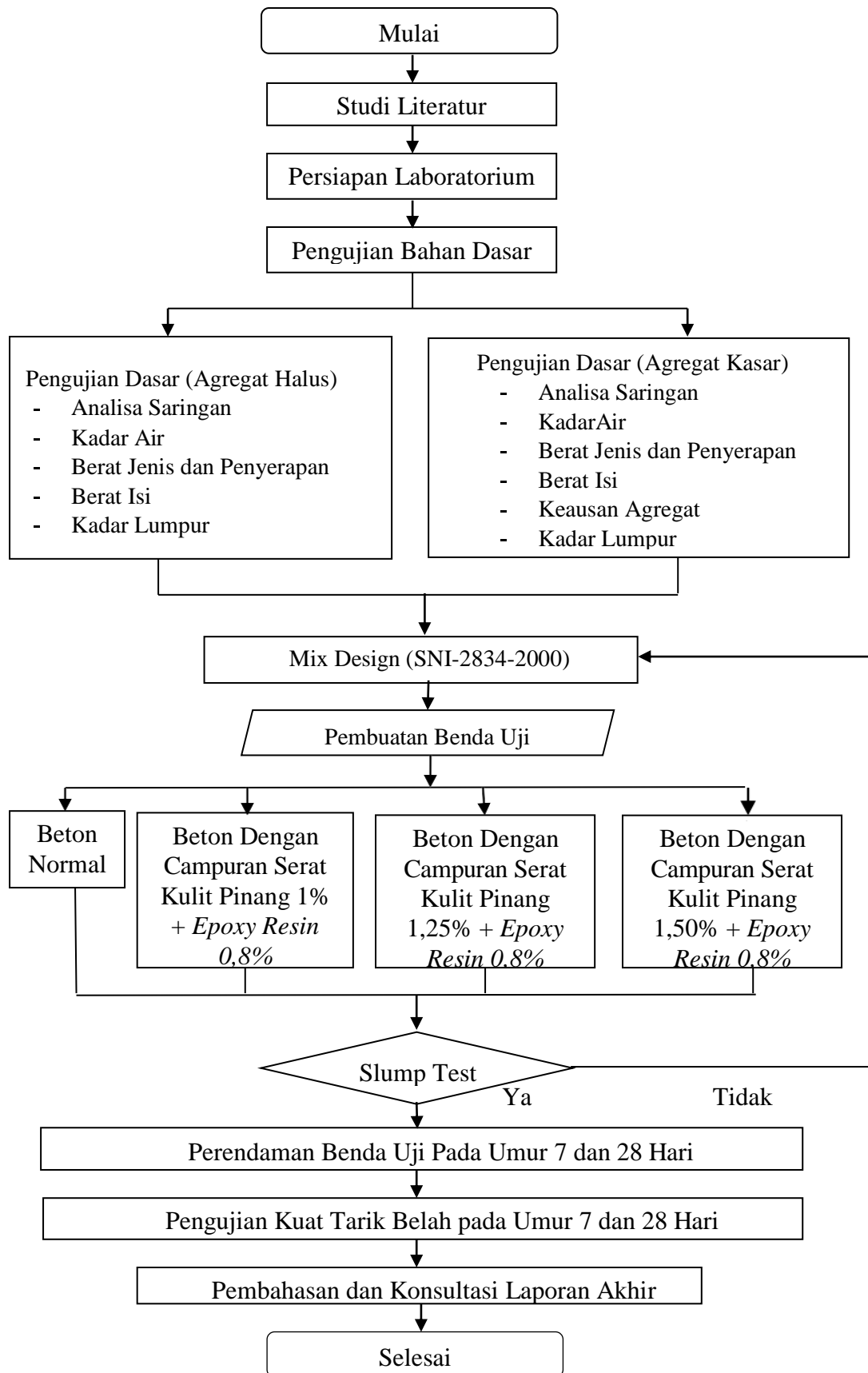
- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tarik belah beton

##### **2. Data sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-2834-2000, PBI (Peraturan Beton Indonesia), serta jurnal-jurnal penelitian sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

### 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

#### 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2021 hingga Agustus 2021.

### 3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing dan Asisten Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### 3.4. Bahan dan Peralatan

#### 3.4.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

##### a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalus tipe 1 PPC (*Portland Pozolan Cement*).



Gambar 3.2 : Semen Andalus.

b. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai.



Gambar 3.3: Agregat Halus (Pasir).

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai.



Gambar 3.4: Agregat Kasar (Batu pecah).

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.



Gambar 3.5: Air.

e. Serat Kulit Pinang

Serat kulit pinang yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari daerah Serdang Berdagai, dengan persentase 1%, 1,25%, dan 1,50% terhadap berat agregat halus yang digunakan.



Gambar 3.6: Serat Kulit Pinang.

f. Bahan *Admixture*

Bahan *admixture* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Epoxy Resin* 0,8% dari berat semen, bahan tersebut didapat dari toko bangunan yang ada di Kota Medan.



Gambar 3.7: Epoxy Resin.

### 3.4.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

- a. Saringan agregat kasar: Saringan 1,5", 1/2", 3/4", 3/8", dan no.4



Gambar 3.8: Satu set saringan agregat kasar.

- b. Saringan agregat halus: Saringan no.4, no.8, no.16, no.30, no.50, dan no.100



Gambar 3.9: Satu set saringan agregat halus.

- c. Timbangan digital

Timbangan digital berguna untuk menimbang bahan dan benda uji.



Gambar 3.10: Timbangan digital.

- d. Plastik

Plastik berguna untuk wadah agregat.



Gambar 3.11: Plastik.

- e. Pan

Pan berguna untuk wadah campuran pembuatan beton.



Gambar 3.12: Pan.

f. Ember

Ember berguna untuk wadah air.



Gambar 3.13: Ember.

g. Satu set alat *slump test*: kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.

Kerucut *abrams* berguna untuk menguji slump, tongkat pemadat berguna untuk memadatkan benda uji, Mistar berguna untuk mengukur tinggi slump, dan plat baja berguna untuk alas benda uji.



Gambar 3.14: Kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.

h. Skop tangan

Sekop tangan berguna untuk mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan.



Gambar 3.15: Sekop tangan.

i. Skrap

Skrap berguna untuk meratakan campuran beton.



Gambar 3.16: Skrap.

j. Tabung ukur

Tabung ukur berfungsi untuk mengukur takaran air.



Gambar 3.17: Tabung ukur.

k. Sarung tangan

Sarung tangan berguna untuk melindungi tangan dari material dan benda uji



Gambar 3.18: Sarung tangan.

l. Cetakan silinder Ø 15 x 30 (cm)

Cetakan silinder berguna untuk mencetak benda uji.



Gambar 3.19: Cetakan silinder.

m. Vaseline (Minyak gemuk)

Vaseline berguna untuk pelicin dan pengisi celah-celah cetakan silinder.



Gambar 3.20: Vaseline (Minyak gemuk).

n. Kuas

Kuas berguna untuk mengoleskan vaselin ke cetakan silinder.



Gambar 3.21: Kuas.

o. Mesin pengaduk beton (*molen*)

Molen berguna untuk membuat campuran atau adokan beton.



Gambar 3.22: Mesin pengaduk beton.



p. Bak perendam

Bak perendam berguna untuk rendam benda uji.



Gambar 3.23: Bak perendam.

q. Mesin kuat tarik belah beton

Mesin ini berguna untuk menguji kuat tarik belah beton



Gambar 3.24: Mesin uji kuat tarik belah beton.

### 3.5. Proses Pengerjaan Serat Kulit Pinang dalam Campuran Beton

Penambahan beton pada serat buah pinang keringkan atau di oven dengan suhu 0 C, lalu dipisahkan kulit dan bijinya kemudian serat buah pinang diberai agar tidak bergumpal pada saat terjadi pencampuran lalu serat buah pinang dipotong sepanjang 2 cm, lalu serat buah pinang dicampur sedikit demi sedikit ke campuran beton.

### 3.6. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

### 3.7. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat.

### 3.8. Pemeriksaan Agregat Halus

#### 3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Prosedur pengujian:

- a. Pertama-tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105 °C sampai berat tetap.
- c. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
- d. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
- e. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, Lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJssd).
- g. Benda uji diletakkan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan:

- a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)  $= \frac{Bk}{Bssd - Ba}$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*)  $= \frac{Bssd}{Bssd - Ba}$
- c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*)  $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$
- d. Penyerapan Air (*Absorption*)  $= \frac{Bssd - Bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan:

Bk = Berat benda uji kering oven (gr)

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

### 3.8.2 Analisa Gradasi Agregat Halus

Prosedur pengujian:

- Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap.
- Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.
- Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

Perhitungan:

Hitung Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150\mu\text{m}(0,15 \text{ mm})}{100}$$

### 3.8.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Prosedur pengujian:

- Benda uji dimasukkan dengan berat 1000 gr, kemudian ditimbang (W1).
- Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- Wadah diguncang-guncangkan hingga kotoran-kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.

- d. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
- e. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
- f. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
- g. Kemudian dihitung berat bahan kering ( $W4 = W3 - W2$ ).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Berat Agregat

W4 = Berat Agregat di atas saringan No.200 dan No.16

### **3.8.4 Berat Isi Agregat Halus**

Prosedur pengujian:

- 1) Berat Isi Lepas:
  - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
  - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
  - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
  - d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W2).
  - e. Selanjutnya dihitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ ).
- 2) Berat Isi Padat :
  - a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
  - b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
  - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.

- d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji ( $W5 = W4 - W1$ ).

Perhitungan:

a. Berat Isi Agregat Lepas =  $\frac{W_3}{V}$

b. Berat Isi Agregat Padat =  $\frac{W_5}{V}$

c. Voids =  $\frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$

Keterangan:

$W_3$  = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (Kg)

$W_5$  = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (Kg)

V = Volume Tabung Silinder

S = *Bulk Specific Gravity* (Berat Jenis Agregat)

M = Berat Isi Agregat (Kg/lt)

W = Density (Kerapatan) air = 998 Kg/lt = 0,998 gr/lt

### 3.8.5 Kadar Air Agregat Halus

Prosedur pengujian:

- Timbang berat talam kosong dan catat (W1).
- Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W2).
- Lalu dihitung berat benda ujinya ( $W3 = W2 - W1$ ).
- Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
- Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W4). f. Lalu dihitung berat benda uji kering ( $W5 = W4 - W1$ )

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

### 3.9 Pemeriksaan Agregat Kasar

#### 3.9.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

- a. Benda uji pertama-tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan- bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkaalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- c. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
- d. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr ( $B_k$ ). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
- e. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, Lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh ( $B_{Jssd}$ ).
- g. Benda uji diletakan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air ( $B_a$ ). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$

Perhitungan:

a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*) = 
$$\frac{B_k}{B_{ssd}-B_a}$$

b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) = 
$$\frac{B_{ssd}}{B_{ssd}-B_a}$$

c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*) = 
$$\frac{B_k}{B_k-B_a}$$

d. Penyerapan Air (*Absorption*) = 
$$\frac{B_{ssd}-B_k}{B_k} \times 100\%$$

Keterangan:

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

$B_{ssd}$  = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

$B_a$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

### 3.9.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
- b. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang di tentukan.
- c. Selanjutnya susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakkan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian saringannya ditutup dengan penutup saringan.
- d. Selanjutnya susunan saringan diletakan dalam mesin penggetar saringan (*sieve shaker*). Lalu mesin penggetar saringan dijalankan selama  $\pm 15$  menit
- e. Kemudian menimbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan.

Perhitungan:

Hitung Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150\mu\text{m}(0,15 \text{ mm})}{100}$$

### 3.9.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

- a. Benda uji dimasukkan dengan berat 1000 gram Kemudian ditimbang (W1).
- b. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- c. Wadah diguncang–guncangkan hingga kotoran–kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
- d. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
- e. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
- f. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
- g. Kemudian dihitung berat bahan kering ( $W4 = W3 - W2$ ).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Berat Agregat

W4 = Berat Agregat di atas saringan no. 200 dan no. 16

### 3.9.4 Berat Isi Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

1) Berat Isi Lepas:

- a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
- b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W2). Selanjutnya dihitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ ).

2) Berat Isi Padat:

- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
- b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
- d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji ( $W5 = W4 - W1$ ).



Perhitungan:

a. Berat Isi Agregat Lepas =  $\frac{W_3}{V}$

b. Berat Isi Agregat Padat =  $\frac{W_5}{V}$

c. Voids =  $\frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$

Keterangan:

$W_3$  = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (Kg)

$W_5$  = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (Kg)

V = Volume Tabung Silinder

S = *Bulk Specific Gravity* (Berat Jenis Agregat)

M = Berat Isi Agregat (Kg/l)

W = Density (Kerapatan) air = 998 Kg/l = 0,998 gr/l

### 3.9.5 Kadar Air Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

- Timbang berat talam kosong dan catat ( $W_1$ ). Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya ( $W_2$ ).
- Lalu dihitung berat benda ujinya ( $W_3 = W_2 - W_1$ ). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
- Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam ( $W_4$ ).
- Lalu dihitung berat benda uji kering ( $W_5 = W_4 - W_1$ )

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

### 3.10. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton (*Mix Design*)

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan

yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_c'$  pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$s$  adalah deviasi standar

$x_i$  adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$\bar{x}$  adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

Dengan:

$n$  adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_c'$  yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai  $f_{cr}$  yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.2.

Tabel 3.1: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

| Jumlah Pengujian | Faktor Pengali Deviasi Standar |
|------------------|--------------------------------|
| Kurang dari 15   | $f'c + 12 \text{ Mpa}$         |
| 15               | 1,16                           |
| 20               | 1,08                           |
| 25               | 1,03                           |
| 30 atau lebih    | 1,00                           |

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.3)$$

Dengan

M adalah nilai tambah

1,64 adalah ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr adalah deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ).

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr \quad (3.4)$$

5. Menetapkan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

7. Menentukan faktor air semen

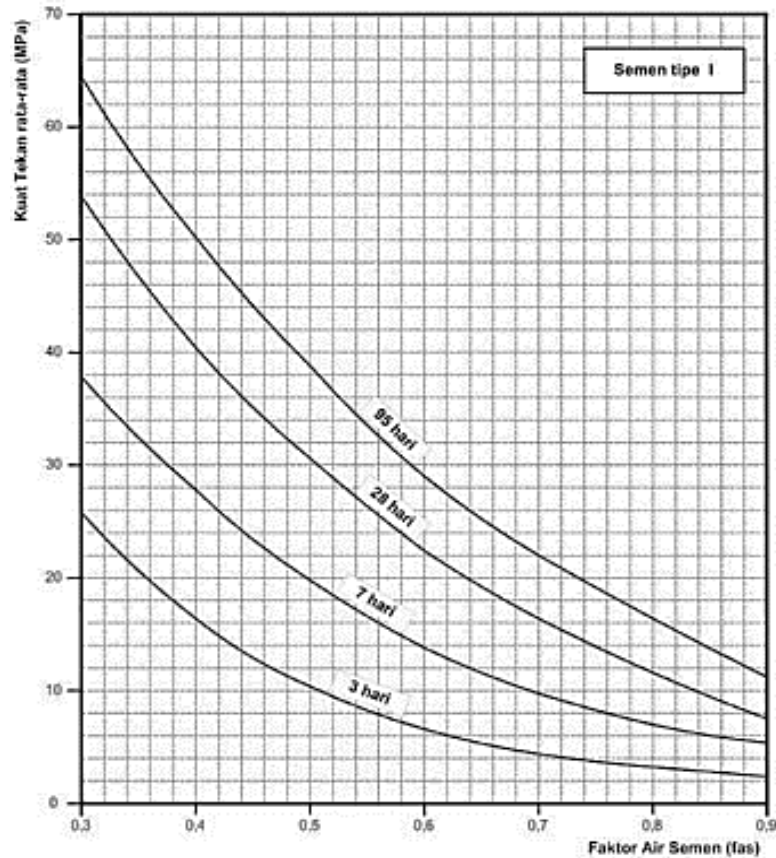
Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.1. Bila dipergunakan gambar 3.26 ikuti langkah-langkah berikut:

- 1) Mentukan nilai kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.2, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- 2) Melihat gambar 3.26 untuk benda uji berbentuk silinder.

- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas.
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional.
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas.
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan.

Tabel 3.2: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

| Jenis Semen                    | Jenis Agregat Kasar | Kekuatan tekan (MPa) |    |    |    | Bentuk     |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|----|----|----|------------|
|                                |                     | Pada Umur (hari)     |    |    |    |            |
|                                |                     | 3                    | 7  | 28 | 29 | Bentuk uji |
| Semen <i>portland</i> Tipe 1   | Batu tak dipecah    | 17                   | 23 | 33 | 40 | silinder   |
|                                | Batu pecah          | 19                   | 27 | 37 | 45 |            |
| Semen tahan sulfat Tipe I,II,V | Batu tak dipecah    | 20                   | 28 | 40 | 48 | kubus      |
|                                | Batu pecah          | 25                   | 32 | 45 | 54 |            |
| Semen <i>Portland</i> Tipe III | Batu tak dipecah    | 21                   | 28 | 38 | 44 | silinder   |
|                                | Batu pecah          | 25                   | 33 | 44 | 48 |            |
|                                | Batu tak dipecah    | 25                   | 31 | 46 | 53 | kubus      |
|                                | Batu pecah          | 30                   | 40 | 53 | 60 |            |



Gambar 3.25: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.
9. Menentukan <sup>37</sup>slump.  
Slump ditetapkan sesuai dengan kondisipelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.
10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan.  
Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:
  - 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
  - 2) Sepertiga dari tebal pelat.
  - 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.3.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (3.5)$$

Dengan:

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6.

Tabel 3.3: Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

| Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm) | Jenis Agregat     | Slump (mm) |       |       |        |
|--|-------------------|------------|-------|-------|--------|
|  |                   | 0-10       | 10-30 | 30-60 | 60-180 |
| 10                                       | Batu tak di pecah | 150        | 180   | 205   | 225    |
|  | Batu pecah        | 180        | 205   | 230   | 250    |
| 20                                       | Batu tak di pecah | 137        | 160   | 180   | 195    |
|  | Batu pecah        | 170        | 190   | 210   | 225    |
| 40                                       | Batu tak di pecah | 115        | 140   | 160   | 175    |
|  | Batu pecah        | 155        | 175   | 190   | 205    |

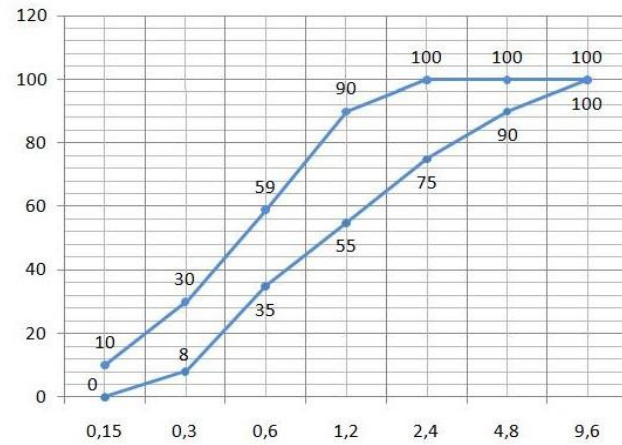
Catatan: Koreksi suhu udara untuk suhu di atas  $25^{\circ}\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^{\circ}\text{C}$  harus ditambah air  $5 \text{ liter/m}^2$  adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.4, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.4: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembeconan dalam lingkungan khusus.

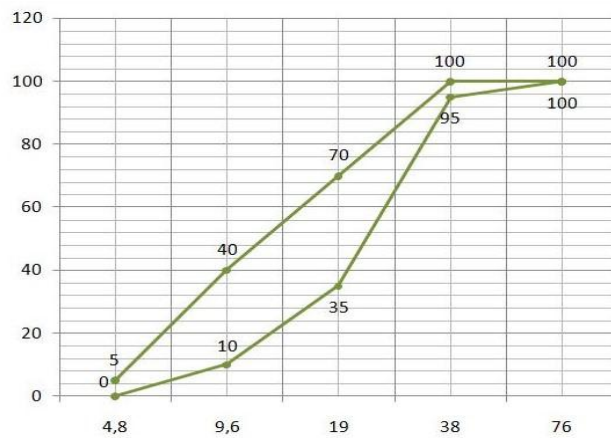
| Lokasi  | Jumlah Semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg) | Nilai faktor Air-Semen Maksimum        |
|---|--|--|
| Beton di dalam ruang bangunan:<br>a. Keadaan keliling non-korosif<br>b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif  | 275<br>325   | 0,60<br>0,52                           |
| Beton di luar ruangan bangunan;<br>a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.<br>b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung  | 325<br>275   | 0,60<br>0,60                           |
| Beton masuk ke dalam tanah:<br>a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti<br>b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah<br>Beton yang kontinyu berhubungan:<br>a. Air tawar<br>b. Air laut | 325  | 0,55<br>Lihat Tabel<br><br>Lihat Tabel |

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.27. (ukuran mata ayakan mm)



Gambar 3.26: Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

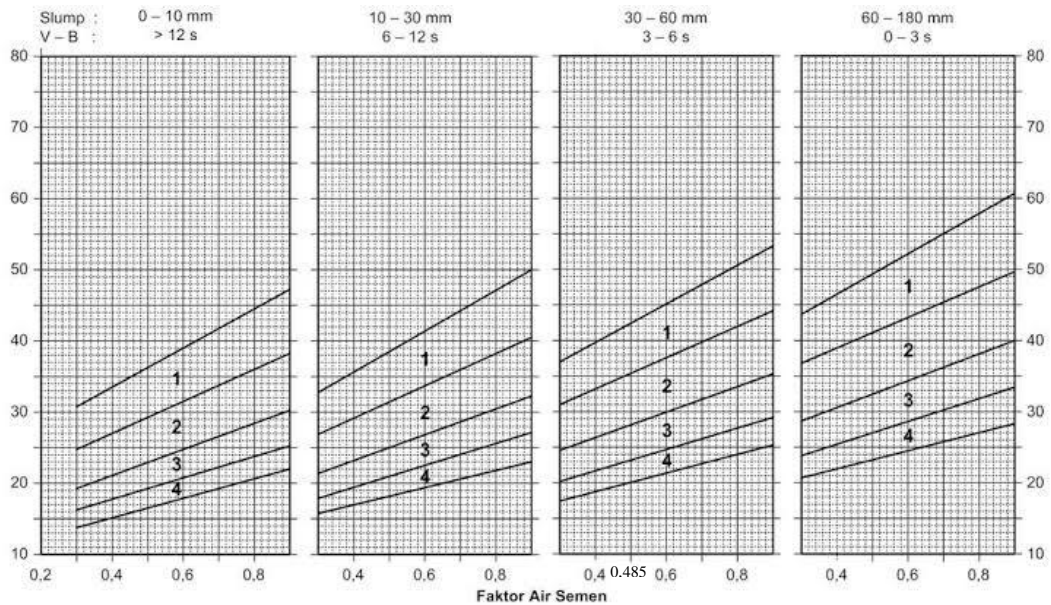
17. Menentukan susunan agregat kasar



Gambar 3.27: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.





Gambar 3.28: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

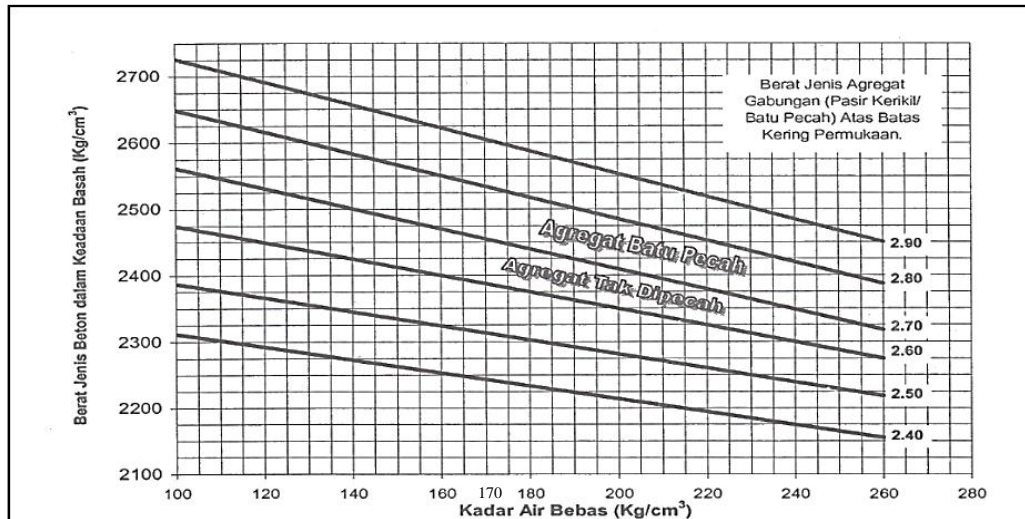
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- agregat tak dipecah : 2,5
- agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.30 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.3 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.29: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk  $1\text{m}^3$  beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$\text{a. Air} \quad = B - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} - (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$\text{b. Agregat halus} = C - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$\text{c. Agregat kasar} = D + (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

Dengan:

B = jumlah air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

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

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

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%).

Da = absorpsi agregat kasar (%).

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%).

### **3.11. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.11.1. Trial Mix**

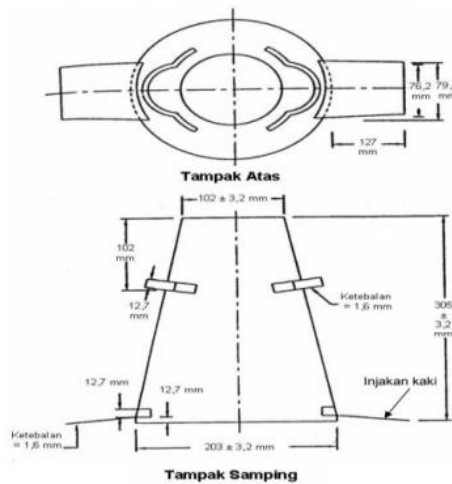
Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

#### **3.11.2. Pembuatan Benda Uji**

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder  $\varnothing 15 \times 30$  (cm) yang berjumlah 16 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

#### **3.11.3. Pengujian Slump Test**

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability*-nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target *slump* rencana sesuai mix design adalah 60-180 mm. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.



Gambar 3.30: Cetakan untuk uji *slump* (Kerucut Abram)

#### 3.11.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tarik belah dilakukan, yaitu pada umur 7 hari dan 28 hari.

#### 3.11.5. Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton menurut SNI 03- 2491-2002 adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder. Nilai tersebut diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji. Tegangan tarik dihitung dengan persamaan dari SNI 03-2491-2002:

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (3.9)$$

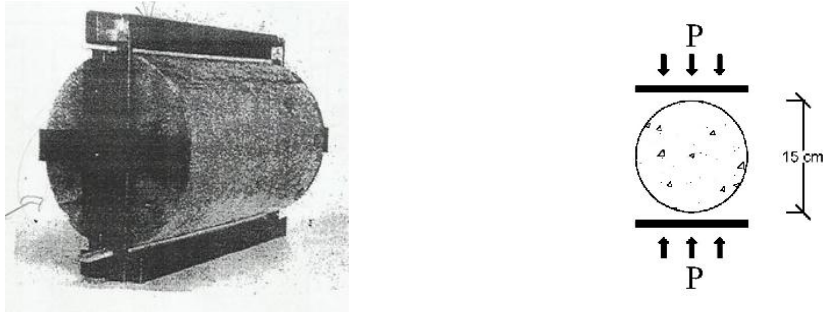
Dimana:

$F_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)

$P$  = Beban pada waktu belah (Kg)

$D$  = Diameter benda uji silinder (cm)

$L$  = Panjang benda uji silinder (cm)



Gambar 3.31: Pengujian kuat tarik belah beton

Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 16 buah dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

| No | Variasi Campuran Beton   | Jumlah Sampel Pengujian |         |
|----|--|-------------------------|---------|
|    |  | 7 hari                  | 28 hari |
| 1  | Beton normal   | 2 buah                  | 2 buah  |
| 2  | Beton dengan campuran serat kulit pinang 1% + <i>Epoxy Resin</i> 0,8%    | 2 buah                  | 2 buah  |
| 3  | Beton dengan campuran serat kulit pinang 1,25% + <i>Epoxy Resin</i> 0,8% | 2 buah                  | 2 buah  |
| 4  | Beton dengan campuran serat kulit pinang 1,50% + <i>Epoxy Resin</i> 0,8% | 2 buah                  | 2 buah  |
|    | Total  | 16 buah                 |         |

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Sebuah data dari penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

#### **4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton**

Pada pemeriksaan bahan penyusun beton peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran beton memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun beton.

#### **4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus**

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

##### **1. Hasil Pengujian Analisa Saringan**

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.

| Nomor Saringan | Berat Tertahan |                |                  |        | Komulatif |       |
|----------------|----------------|----------------|------------------|--------|-----------|-------|
|                | Sample I (gr)  | Sample II (gr) | Total Berat (gr) | %      | Tertahan  | Lolos |
| 4.75 (No. 4)   | 65             | 70             | 135              | 6,77   | 6,77      | 93,23 |
| 2.36 (No. 8)   | 82             | 80             | 162              | 8,12   | 14,89     | 85,11 |
| 1.18 (No.16)   | 137            | 184            | 321              | 16,09  | 30,98     | 69,02 |
| 0.60 (No. 30)  | 169            | 136            | 305              | 15,29  | 46,27     | 53,73 |
| 0.30 (No. 50)  | 464            | 436            | 900              | 45,11  | 91,38     | 8,62  |
| 0.15 (No. 100) | 11             | 14             | 25               | 1,25   | 92,63     | 7,37  |
| Pan            | 69             | 78             | 147              | 7,37   | 100       | 0     |
| Total          | 997            | 998            | 1995             | 100,00 | 282,92    |       |

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

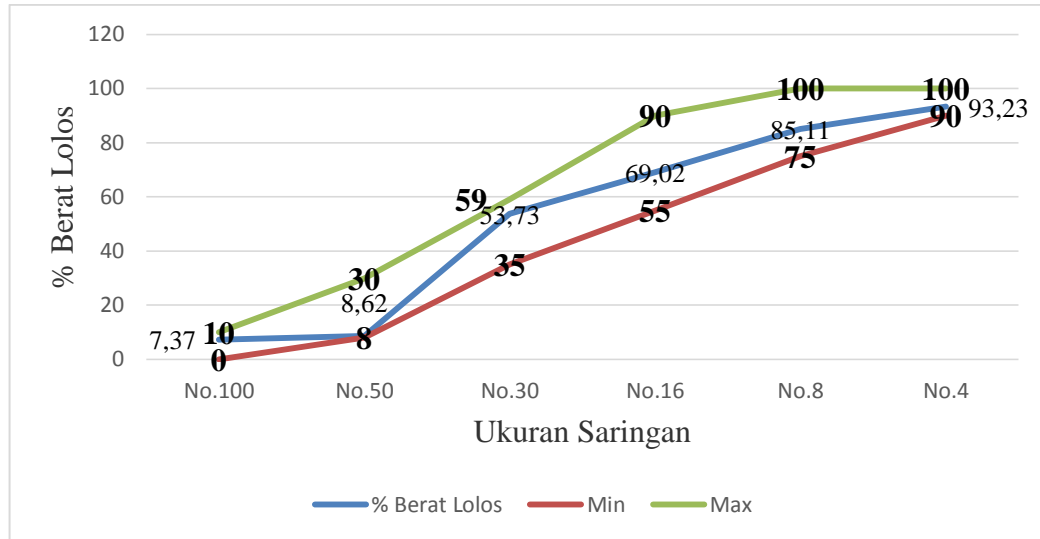
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{282,92}{100} \\
 &= 2,83
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,83 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Daerah Gradasi Agregat Halus.

| Nomor Saringan | Lubang Saringan (mm) | Persen Bahan Butiran Yang Lolos Saringan |           |            |           |
|----------------|----------------------|--|-----------|------------|-----------|
|                |                      | Daerah I                                 | Daerah II | Daerah III | Daerah IV |
| 4              | 4,8                  | 90-100                                   | 90-100    | 90-100     | 95-100    |
| 8              | 2,4                  | 60-95                                    | 75-100    | 85-100     | 95-100    |
| 16             | 1,2                  | 30-70                                    | 55-90     | 75-100     | 90-100    |
| 30             | 0,6                  | 15-34                                    | 35-59     | 60-79      | 80-100    |
| 50             | 0,3                  | 5-20                                     | 8-30      | 12-40      | 15-50     |

Berdasarkan Tabel 4.2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik Analisa Agregat Halus.

## 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.

| <i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus)<br><i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)           | 1    | 2    | Rata-Rata |
|--|------|------|-----------|
|  | (gr) | (gr) | (gr)      |
| <i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (B)            | 500  | 500  | 500       |
| <i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E) | 492  | 491  | 491.5     |
| <i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) (D)                               | 692  | 681  | 686.5     |



|   |      |      |       |
|---|------|------|-------|
| <i>Wt. Of Flask + Water + Sample (Bera tcontoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C)</i> | 994  | 989  | 991.5 |
| <i>Bulk Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh kering) <math>E / (B + D - C)</math></i>      | 2.44 | 2.56 | 2.50  |
| <i>Bulk Sp. Gravity-SSD (Berat jenis contoh SSD) <math>B / (B + D - C)</math></i>         | 2.53 | 2.60 | 2.56  |
| <i>Apparent Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh semu) <math>E / (E + D - C)</math></i>    | 2.67 | 2.68 | 2.68  |
| <i>Absorption <math>[(B - E) / E] \times 100\%</math></i>                                 | 1.63 | 1.83 | 1.73  |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,56 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,68%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,42,7 (Tjokrodimuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7.

### 3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.

| Agregat Halus   | 1<br>(gr) | 2<br>(gr) |
|---|-----------|-----------|
| Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah)            | 950       | 951       |
| Wt of SSD sample (berat contoh SSD)                                   | 500       | 500       |
| Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah) | 936       | 938       |
| Wt of Mold (berat wadah)  | 450       | 451       |
| Wt of Water (berat air)   | 14        | 13        |
| Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering)                           | 486       | 487       |
| Kadar Air   | 2.11      | 2.18      |
| Rata-Rata   | 2.145     |           |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 2,145%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 2,11%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 2,18%. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

#### 4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.

| Pengujian            | Sampel 1<br>(gr) | Sampel 2<br>(gr) | Sampel 3<br>(gr) | Rata – Rata<br>(gr) |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Berat Contoh & Wadah | 16840            | 18900            | 18965            | 18235               |
| Berat Wadah          | 5327             | 5327             | 5327             | 5327                |
| Berat Contoh & Wadah | 22167            | 24227            | 24292            | 23562               |
| Volume Wadah         | 10948            | 10948            | 10948            | 10948               |
| Berat Isi            | 1.54             | 1.73             | 1.73             | 1.67                |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,67 gr/cm<sup>3</sup>. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

#### 5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

| Agregat Halus Lolos Saringan No.9,5 mm | Sampel 1 (gr) | Sampel 2 (gr) | Rata-rata (gr) |
|--|---------------|---------------|----------------|
| Berat contoh kering                    | 500           | 500           | 500            |
| Berat contoh kering setelah di cuci    | 471           | 479           | 475            |
| Berat kotoran                          | 29            | 21            | 25             |
| Persentase kotoran                     | 6.2           | 4.4           | 5.3            |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 6,2% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 4,4%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 5,3%.

#### 4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

##### 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1969-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.

| Nomor Saringan | Berat Tertahan |                |                  |       | Komulatif |       |
|----------------|----------------|----------------|------------------|-------|-----------|-------|
|                | Sample I (gr)  | Sample II (gr) | Total Berat (gr) | %     | Tertahan  | Lolos |
| 38,1 (1.5 in)  | 0              | 0              | 0                | 0     | 0         | 100   |
| 19.0 (3/4 in)  | 65             | 57             | 122              | 2,44  | 32,82     | 67,18 |
| 9.52 (3/8 in)  | 1467           | 1498           | 2965             | 59,30 | 31,36     | 35,82 |
| 4.75 (No. 4)   | 968            | 945            | 1913             | 38,26 | 100       | 0     |

|               |      |      |      |     |        |   |
|---------------|------|------|------|-----|--------|---|
| 2.36 (No. 8)  | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| 1.18 (No.16)  | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| 0.60 (No. 30) | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| 0.30 (No. 50) | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| 0.15 (No.100) | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| 4.2.3 Pan     | 0    | 0    | 0    | 0   | 100    | 0 |
| Total         | 2500 | 2500 | 5000 | 100 | 664.18 |   |

Berdasarkan Tabel 4.7 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{664,18}{100} \\
 &= 6,64
 \end{aligned}$$

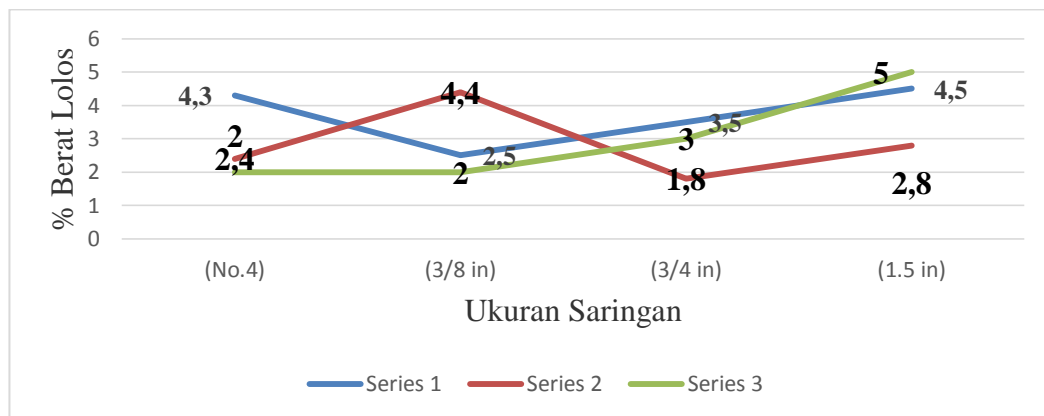
Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,64 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Batas Gradasi Agregat Kasar.

| Ukuran Saringan<br>(mm) | Persentase Lolos (%) |        |       |
|-------------------------|----------------------|--------|-------|
|                         | Gradasi Agregat      |        |       |
|                         | 40 mm                | 20 mm  | 10 mm |
| 76                      | 100                  | -      | -     |
| 38                      | 95-100               | 100    | -     |
| 19                      | 37-70                | 95-100 | 100   |
| 9,6                     | 10-40                | 30-60  | 50-85 |
| 4,8                     | 0-5                  | 0-10   | 0-10  |

Berdasarkan Tabel 4.8 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetapi dalam analisa saringan

agregat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik Analisa Agregat Kasar.

## 2. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1969 2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

| <i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)   | 1 (gr) | 2 (gr) | Rata-Rata (gr) |
|---|--------|--------|----------------|
| <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)   |        |        |                |
| <i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A) | 2800   | 2700   | 2750           |
| <i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)          | 1591   | 1625   | 1608           |

|   |        |      |      |
|---|--------|------|------|
| <i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $C / (A - B)$                     | 2.31   | 2.50 | 2.41 |
| <i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $A / (A - B)$                        | 2.32   | 2.51 | 2.41 |
| <i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $C / (C - B)$                   | 2.32   | 2.53 | 2.43 |
| <i>Absorption</i> (Penyerapan) $[ (A - C) / C ] \times 100 \%$                            | 0.85   | 0.64 | 0.75 |
| <i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) keringoven (110° C) Sampai Konstan) (C) | 2776,5 | 2683 | 2741 |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada agregat kasar diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,41 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 0,33%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari agregat halus, hal ini menunjukkan rongga-rongga yang diisi air oleh air lebih sedikit dari pada agregat halus. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 gram/cm<sup>3</sup> (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gram/cm<sup>3</sup>.

### 3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

| Agregat Kasar  | 1<br>(gr) | 2<br>(gr) |
|--|-----------|-----------|
| <i>Wt of SSD Sample &amp; Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr | 1492      | 1495      |
| <i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) gr                            | 1000      | 1000      |

|  |           |       |       |
|--|-----------|-------|-------|
| <i>Wt of Oven Dry Sample &amp; Mold (Berat contoh kering oven &amp; berat wadah)</i> | <i>gr</i> | 1482  | 1486  |
| <i>Wt of Mold (berat wadah)</i>  | <i>gr</i> | 492   | 495   |
| <i>Wt of Water (berat air)</i>   | <i>gr</i> | 10    | 9     |
| <i>Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering)</i>                                   | <i>gr</i> | 990   | 991   |
| <i>Kadar Air</i>   |           | 0.505 | 0.703 |
| Rata-Rata  |           | 0.604 |       |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,604%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 0,505%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,703%.

#### 4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.

| Pengujian            | Sampel 1<br>(gr) | Sample 2<br>(gr) | Sample 3<br>(gr) | Rata-Rata<br>(gr) |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Berat Contoh & Wadah | 18530            | 19825            | 19680            | 19345             |
| Verat Wadah          | 5327             | 5327             | 5327             | 5327              |
| Berat Contoh & Wadah | 23857            | 25152            | 25007            | 24672             |
| Volume Wadah         | 10948            | 10948            | 10948            | 10948             |
| Berat Isi            | 1.69             | 1.81             | 1.80             | 1.77              |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,77 gr/cm<sup>3</sup>. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 gr/cm<sup>3</sup> sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

## 5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukandapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

| Agregat Kasar Lolos Saringan No. 50,8 mm | Sampel 1 (gr) | Sampel 2 (gr) | Rata – rata (gr) |
|--|---------------|---------------|------------------|
| Berat Contoh Kering                      | 2500          | 2500          | 2500             |
| Berat Contoh Kering Setelah Di Cuci      | 2477          | 2489          | 2483             |
| Berat Kotoran                            | 23            | 21            | 22               |
| Persentase Kotoran                       | 0.9           | 0.8           | 0.9              |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 0,9% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 0,8%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,9%.

## 4.5 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data Tabel 4.13 dibawah ini tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton Mix Design dengan kuat tarik disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tarik beton rencana. Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki nilai kuat tarik 25 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.



Tabel 4.13: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

| PERENCANAAN CAMPURAN BETON<br>SNI 03-2834-2000 |   |                             |          |   |         |
|--|---|-----------------------------|----------|---|---------|
| No.  | Uraian  | Tabel/Gambar<br>Perhitungan |          | Nilai                                       |         |
| 1  | Kuat tekan yang disyaratkan<br>(benda uji silinder) | Ditetapkan                  |          | 25 MPa                                      |         |
| 2  | Deviasi Standar                                     | Tabel 1                     |          | 1,16 MPa                                    |         |
| 3  | Nilai tambah (margin)                               |                             |          | 4,2 MPa                                     |         |
| 4  | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan                 | 1+2+3                       |          | 30,36 MPa                                   |         |
| 5  | Jenis semen   |                             |          | Tipe I                                      |         |
| 6  | Jenis agregat:<br>- kasar<br>- halus                | Ditetapkan                  |          | Batu pecah Binjai                           |         |
|  |   | Ditetapkan                  |          | Pasir alami Binjai                          |         |
| 7  | Faktor air-semen bebas                              |                             |          | 0,37  |         |
| 8  | Faktor air-semen maksimum                           | Ditetapkan                  |          | 0,60  |         |
| 9  | Slump   | Ditetapkan                  |          | 30-60 mm                                    |         |
| 10   | Ukuran agregat maksimum                             | Ditetapkan                  |          | 40 mm                                       |         |
| 11   | Kadar air bebas                                     | Ditetapkan                  |          | 180 kg/m <sup>3</sup>                       |         |
| 12   | Jumlah semen  | 11:7                        |          | 486,5 kg/m <sup>3</sup>                     |         |
| 13   | Jumlah semen maksimum                               | Ditetapkan                  |          | 486,5 kg/m <sup>3</sup>                     |         |
| 14   | Jumlah semen minimum                                | Ditetapkan                  |          | 275 kg/m <sup>3</sup>                       |         |
| 15   | Faktor air-semen yang disesuaikan                   | -                           |          | 0,37  |         |
| 16   | Susunan besar butir agregat halus                   | Grafik 3 s/d 6              |          | Daerah gradasi zona 2                       |         |
| 17   | Susunan agregat kasar atau gabungan                 | Grafik 7,8,9                |          | Gradasi maksimum 40 mm                      |         |
| 18   | Persen agregat halus                                | Grafik 13 s/d 15            |          | 29,3 %                                      |         |
| 19   | Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)     | Ditetapkan                  |          | 2.57  |         |
| 20   | Berat isi beton                                     | Grafik 16                   |          | 2425 kg/m <sup>3</sup>                      |         |
| 21   | Kadar agregat gabungan                              | 20-12-11                    |          | 1758,5 kg/m <sup>3</sup>                    |         |
| 22   | Kadar agregat halus                                 | 18 x 21                     |          | 515,24 kg/m <sup>3</sup>                    |         |
| 23   | Kadar agregat kasar                                 | 21-22                       |          | 1243,26 kg/m <sup>3</sup>                   |         |
| 24   | Proporsi campuran<br><br>- Tiap m <sup>3</sup>      | Semen (kg)                  | Air (kg) | Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg) |         |
|  |   |                             |          | Halus                                       | Kasar   |
|  |   | 486,5                       | 180      | 515,24                                      | 1243,26 |

|    |   |       |         |        |         |
|----|---|-------|---------|--------|---------|
|    | - Tiap campuran uji m <sup>3</sup>                          | 1     | 0,37    | 1,1    | 2,55    |
| 25 | - Tiap campuran uji 0,005304 m <sup>3</sup><br>(1 Silinder) | 2,58  | 0,945   | 2,75   | 6,58    |
| 26 | Koreksi proporsi campuran                                   |       |         |        |         |
|    | - Tiap m <sup>3</sup>                                       | 486,5 | 178,310 | 518,78 | 1241,42 |
|    | - Tiap campuran uji m <sup>3</sup>                          | 1     | 0,37    | 1,1    | 2,55    |
|    | - Tiap campuran uji 0,005304 m <sup>3</sup><br>(1 silinder) | 2,58  | 0,945   | 2,75   | 6,58    |

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m<sup>3</sup> adalah:

Tabel 4.14: Hasil perbandingan campuran beton setiap 1 benda uji dalam 1 m<sup>3</sup>.

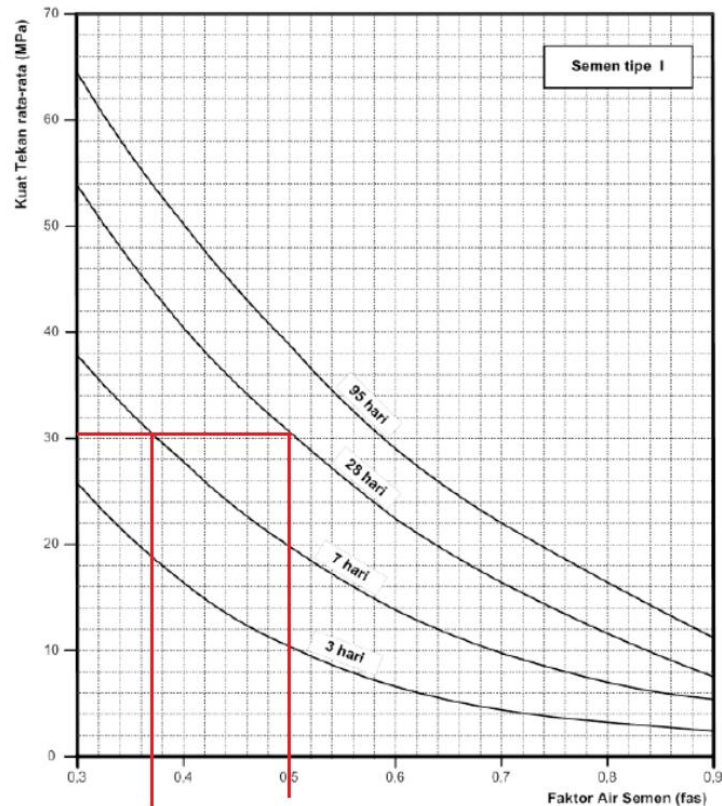
| Material     | Semen | Pasir | Batu pecah | Air  |
|--------------|-------|-------|------------|------|
| Berat (kg)   | 2,58  | 0,945 | 2,75       | 6,58 |
| Perbandingan | 1     | 1,1   | 2,55       | 0,37 |

#### 4.6 Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tarik beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 25 MPa untuk umur 7 hari dan 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi = 1,16 MPa
3. Nilai Tambah (margin) = 4,2 MPa
4. Kuat tekan rata-rata perlu  $f'_{cr}$ 
  - a. Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan
  - b.  $F'_{cr} = f'_{c} + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$
  - c.  $F'_{cr} = 25 + 1,16 + 4,2 = 30,36 \text{ MPa}$
5. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I
6. Jenis agregat diketahui:
  - Agregat halus: Pasir alami
  - Agregat kasar: Batu pecah

7. Nilai faktor air semen bebas = 0,37 (umur beton 7 hari) dan 0,50 (umur beton 28 hari) diambil dari titik kekuatan tekan 30,36 MPa Tarik garis datar menuju zona 7 hari dan 28 hari, lalu Tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar.



Gambar 4.3: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas.

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$= 2/3 W_h + 1/3 W_k$$

$$= (2/3 \times 160) + (1/3 \times 190) = 170 \text{ Liter}$$

Karena permukaan agregat termasuk kasar, maka kadar air harus di tambah 10 Liter

$$= 170 + 10 = 180 \text{ Liter}$$

12. Jumlah semen, yaitu: Kadar air bebas/faktor air semen.

$$= 180/0,37 = 486,5 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$= 180/0,50 = 360 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{umur beton 28 hari})$$

13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12

14. Jumlah semen minimum ditetapkan dari table 3.6 = 275 kg/m<sup>3</sup>

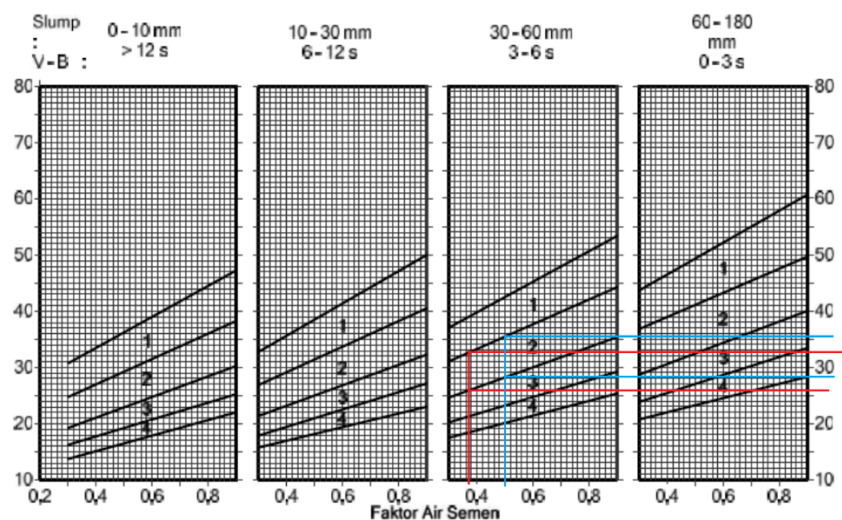
15. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada daerah gradasi pasir zona 2.

16. Susunan agregat kasar atau gabungan (gradasi maksimum 40 mm)

17. Persen agregat halus (grafik 3.4)

$$\bullet = \frac{25,9 + 32,7}{2} = 29,3 \% \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$\bullet = \frac{28 + 35,3}{2} = 31,65 \% \quad (\text{umur beton 28 hari})$$



Gambar 4.4: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,3 dan 0,5 (SNI 03-2834-2000).

18. Berat jenis relatif agregat permukaan (SSD)

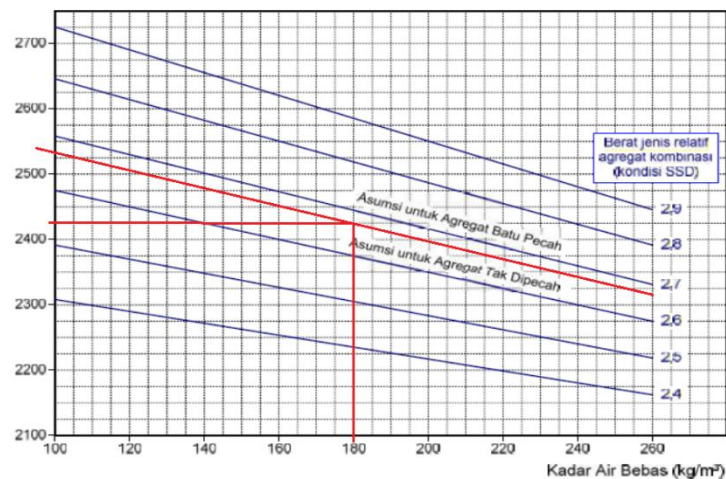
- Berat jenis agregat halus =  $2,57 \text{ gr/cm}^3$
- Berat jenis agregat kasar =  $2,72 \text{ gr/cm}^3$

19. Berat jenis relatif

$$\begin{aligned} &= (\% \text{ agregat halus} \times B_j \text{ agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times B_j \text{ agregat kasar}) \\ &= (29,3 \% \times 2,57) + (70,7 \% \times 2,72) = 2,68 \quad (\text{umur beton 7 hari}) \\ &= (0,316 \times 2,57) + (0,683 \times 2,72) = 2,70 \quad (\text{umur beton 28 hari}) \end{aligned}$$

20. Berat isi beton (grafik gambar 3.5)

- Berat isi beton = 2425 (umur beton 7 hari)
- Berat isi beton = 2443 (umur beton 28 hari)



Gambar 4.5: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,37 dan 0,50 (SNI 03-2834-2000).

21. Kadar agregat gabungan

- Berat isi beton – (jumlah semen + kadar air)  
 $= 2425 - (486,5 + 180) = 1758,5$  (umur beton 7 hari)
- Berat isi beton – (jumlah semen + kadar air)  
 $= 2443 - (360 + 180) = 1903$  (umur beton 28 hari)

22. Kadar agregat halus

% agregat halus × kadar agregat gabungan

- =  $29,3\% \times 1758,5 = 515,24$  (umur beton 7 hari)
- =  $31,65\% \times 1903 = 602,30$  (umur beton 28 hari)

23. Kadar agregat kasar

% agregat kasar × kadar agregat gabungan

- =  $70,7\% \times 1758,5 = 1243,26$  (umur beton 7 hari)
- =  $68,3\% \times 1903 = 1299,75$  (umur beton 28 hari)

24. Proporsi campuran.

- Umur beton 7 hari

|               |            |      |
|---------------|------------|------|
| Semen         | 486,5 kg   | 1    |
| Air           | 180 Liter  | 0,37 |
| Agregat kasar | 1243,26 kg | 2,55 |
| Agregat halus | 515,24 kg  | 1,1  |

- Umur beton 28 hari

|               |            |     |
|---------------|------------|-----|
| Semen         | 360 kg     | 1   |
| Air           | 180 Liter  | 0,5 |
| Agregat kasar | 602,30 kg  | 1,7 |
| Agregat halus | 1299,75 kg | 3,6 |

25. Koreksi Proporsi Campuran.

- Umur 7 hari

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| Jumlah semen                       | 486,5 kg                 |
| Jumlah kebutuhan air (B)           | 180 Liter                |
| Jumlah kebutuhan agregat halus (C) | $515,24 \text{ kg/m}^3$  |
| Jumlah kebutuhan agregat kasar (D) | $1243,26 \text{ kg/m}^3$ |
| Absorpsi agregat halus (Ca)        | 1,730 %                  |
| Absorpsi agregat kasar (Da)        | 0,752 %                  |
| Kadar air agregat halus (Ck)       | 2,415 %                  |
| Kadar air agregat kasar (Dk)       | 0,604 %                  |

- Umur 28 hari

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| Jumlah semen                       | 360 kg                    |
| Jumlah kebutuhan air (B)           | 180 Liter                 |
| Jumlah kebutuhan agregat halus (C) | 602,30 kg/m <sup>3</sup>  |
| Jumlah kebutuhan agregat kasar (D) | 1299,75 kg/m <sup>3</sup> |
| Absorpsi agregat halus (Ca)        | 1,730 %                   |
| Absorpsi agregat kasar (Da)        | 0,752 %                   |
| Kadar air agregat halus (Ck)       | 2,415 %                   |
| Kadar air agregat kasar (Dk)       | 0,604 %                   |

## 26. Koreksi Proporsi campuran beton

- Umur beton 7 hari

$$\begin{aligned}
 \text{a. Air} &= B - \left( \frac{Ck - Ca}{100} \times C \right) - \left( \frac{Dk - Da}{100} \times D \right) \\
 &= 180 \left( \frac{2,415 - 1,730}{100} \times 515,24 \right) - \left( \frac{0,604 - 0,752}{100} \times 1243,26 \right) \\
 &= 178,310
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Agregat halus} &= C + \left( \frac{Ck - Ca}{100} \right) \times C \\
 &= 515,24 + \left( \frac{2,415 - 1,730}{100} \right) \times 1243,26 \\
 &= 518,78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Agregat kasar} &= D + \left( \frac{Dk - Da}{100} \right) \times D \\
 &= 1243,26 + \left( \frac{0,604 - 0,752}{100} \right) \times 1243,26 \\
 &= 1241,42
 \end{aligned}$$

- Umur beton 28 hari

$$\begin{aligned}
 \text{a. Air} &= B - \left( \frac{Ck - Ca}{100} \times C \right) - \left( \frac{Dk - Da}{100} \times D \right) \\
 &= 180 \left( \frac{2,415 - 1,730}{100} \times 602,30 \right) - \left( \frac{0,604 - 0,752}{100} \times 1299,75 \right) \\
 &= 177,797
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Agregat halus} &= C + \left( \frac{Ck - Ca}{100} \right) \times C \\
 &= 602,30 + \left( \frac{2,415 - 1,730}{100} \right) \times 602,30 \\
 &= 606,42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Agregat kasar} &= D + \left( \frac{Dk - Da}{100} \right) \times D \\
 &= 1299,75 + \left( \frac{0,604 - 0,752}{100} \right) \times 1299,75 \\
 &= 1297,82
 \end{aligned}$$

27. Proposi campuran beton setelah di koreksi

- Umur beton 7 hari

|               |               |      |
|---------------|---------------|------|
| Semen         | 486,5 kg      | 1    |
| Air           | 178,310 Liter | 0,37 |
| Agregat kasar | 1241,42 kg    | 2,55 |
| Agregat halus | 518,78 kg     | 1,1  |

- Umur beton 28 hari

|               |               |     |
|---------------|---------------|-----|
| Semen         | 360 kg        | 1   |
| Air           | 177,797 Liter | 0,5 |
| Agregat kasar | 606,42 kg     | 1,7 |
| Agregat halus | 1297,82 kg    | 3,6 |

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

- Benda uji silinder

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= 0,0053 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

= Jumlah semen  $\times$  volume benda uji

$$= 486,5 \times 0,0053 = 2,58 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$= 360 \times 0,0053 = 1,91 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 28 hari})$$

- Agregat halus yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= 518,78 \times 0,0053 = 2,75 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$= 606,42 \times 0,0053 = 3,21 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 28 hari})$$



➤ Agregat kasar yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= 1241,42 \times 0,0053 = 6,58 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$= 1297,82 \times 0,0053 = 6,87 \text{ kg} \quad (\text{umur beton 28 hari})$$

➤ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= 178,310 \times 0,0053 = 0,945 \text{ liter} \quad (\text{umur beton 7 hari})$$

$$= 177,797 \times 0,0053 = 0,942 \text{ liter} \quad (\text{umur beton 28 hari})$$

➤ Faktor Kehilangan

Pada penelitian ini digunakan faktor kehilangan sebanyak 10%, sehingga didapat perhitungan akhir:

a. Semen

$$\text{Umur beton 7 hari} = 2,58 + 10 \% = 2,838 \text{ kg}$$

$$\text{Umur beton 28 hari} = 1,91 + 10\% = 2,101 \text{ kg}$$

b. Agregat halus

$$\text{Umur beton 7 hari} = 2,75 + 10 \% = 3,025 \text{ kg}$$

$$\text{Umur beton 28 hari} = 3,21 + 10 \% = 3,531 \text{ kg}$$

c. Agregat kasar

$$\text{Umur beton 7 hari} = 6,58 + 10 \% = 7,238 \text{ kg}$$

$$\text{Umur beton 28 hari} = 6,87 + 10 \% = 7,557 \text{ kg}$$

d. Air

$$\text{Umur beton 7 hari} = 0,945 + 10 \% = 1,04 \text{ liter}$$

$$\text{Umur beton 28 hari} = 0,942 + 10 \% = 1,03 \text{ liter}$$

➤ Analisa Saringan

Berdasarkan data yang didapat dari analisa saringan diatas dapat diperoleh berat untuk masing-masing saringan.

- Umur beton 7 hari

Tabel 4.15: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (7 hari).

| No Saringan | % Berat Tertahan | Berat Tertahan (kg)  |
|-------------|------------------|--|
|             |                  | $\frac{\% \text{ Berat Tertahan}}{100} \times \text{Jumlah Agregat Kasar}$ |
| 1,5"        | 4,429            | 0,291  |
| 3/4"        | 27,911           | 1,836  |
| 3/8"        | 37,732           | 2,483  |
| No 4"       | 29,929           | 1,969  |
| Total       |                  | 6,579  |

Tabel 4.18: Banyak agregat halus yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (7 hari).

| No Saringan | % Berat Tertahan | Berat Tertahan (kg)  |
|-------------|------------------|--|
|             |                  | $\frac{\% \text{ Berat Tertahan}}{100} \times \text{Jumlah Agregat Kasar}$ |
| No 4        | 1,045            | 0,029  |
| No 8        | 8,682            | 0,239  |
| No 16       | 18,909           | 0,522  |
| No 30       | 26,955           | 0,741  |
| No 50       | 28,591           | 0,786  |
| No 100      | 14,091           | 0,387  |
| PAN         | 1,727            | 0,047  |
| Total       |                  | 2,751  |

- Umur beton 28 hari

Tabel 4.19: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (28 hari).

| No Saringan | % Berat Tertahan | Berat Tertahan (kg)  |
|-------------|------------------|--|
|             |                  | $\frac{\% \text{ Berat Tertahan}}{100} \times \text{Jumlah Agregat Kasar}$ |
| 1,5"        | 4,429            | 0,304  |
| 3/4"        | 27,911           | 1,917  |
| 3/8"        | 37,732           | 2,592  |
| No 4"       | 29,929           | 2,056  |
| Total       |                  | 6,869  |

Tabel 4.20: Banyak agregat halus yang dibutuhkan dalam 1 benda uji (28 hari).

| No Saringan | % Berat Tertahan | Berat Tertahan (kg)  |
|-------------|------------------|--|
|             |                  | $\frac{\% \text{ Berat Tertahan}}{100} \times \text{Jumlah Agregat Kasar}$ |
| No 4        | 1,045            | 0,033  |
| No 8        | 8,682            | 0,278  |
| No 16       | 18,909           | 0,606  |
| No 30       | 26,955           | 0,865  |
| No 50       | 28,951           | 0,929  |
| No 100      | 14,091           | 0,452  |
| PAN         | 1,727            | 0,055  |
| Total       |                  | 3,21   |

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 16 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 16 benda uji untuk umur beton 7 hari dan 28 hari adalah:

➤ Umur beton 7 hari

- Semen yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak semen 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 2,838 kg x 8  
 = 22,70 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak pasir 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 3,025 kg x 8  
 = 24,2 kg
- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak Batu Pecah 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 7,238 kg x 8  
 = 57,90 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak Air 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 1,04 liter x 8  
 = 8,32 liter
- *Epoxy Resin* yang dibutuhkan untuk 6 benda uji  
 = Banyak *Epoxy Resin* 1 benda uji x 6 benda uji  
 = 22 gr x 6  
 = 132 gr

Tabel 4.21: Perbandingan untuk 8 benda uji dalam satuan kg (7 hari).

|          |   |         |   |            |   |         |   |                    |
|----------|---|---------|---|------------|---|---------|---|--------------------|
| Semen    | : | Pasir   | : | Batu pecah | : | Air     | : | <i>Epoxy Resin</i> |
| 22,70 kg | : | 24,2 kg | : | 57,90 kg   | : | 8,32 ml | : | 132                |

Umur beton 28 hari

- Semen yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak semen 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 2,101 kg x 8  
 = 16,80 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak pasir 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 3,531 kg x 8  
 = 28,24 kg
- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak Batu Pecah 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 7,557 kg x 8  
 = 60,45 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 8 benda uji  
 = Banyak Air 1 benda uji x 8 benda uji  
 = 1,03 liter x 8  
 = 8,24 liter
- *Epoxy Resin* yang dibutuhkan untuk 6 benda uji  
 = Banyak *Epoxy Resin* 1 benda uji x 6 benda uji  
 = 17 gr x 6 = 102 gr

Tabel 4.22: Perbandingan untuk 8 benda uji dalam satuan kg (28 hari).

|          |   |          |   |            |   |         |   |                    |
|----------|---|----------|---|------------|---|---------|---|--------------------|
| Semen    | : | Pasir    | : | Batu pecah | : | Air     | : | <i>Epoxy Resin</i> |
| 16,80 kg | : | 28,24 kg | : | 60,45 kg   | : | 8,24 ml | : | 102 gr             |

#### 4.6.1 Bahan Serat Kulit Pinang sebagai penambah Agregat Halus

Penggunaan bahan ganti yang digunakan dalam penelitian menggunakan serat kulit pinang sebesar 1%, 1,25% dan 1,50% dari berat agregat halus. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

➤ Umur 7 hari

- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1% untuk 1 benda uji  
 = 1% x Berat Agregat Halus  
 = 1% x 3,025 kg  
 = 0,03025 kg = 30,25 gr

- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1,25% untuk 1 benda uji  
 $= 1,25\% \times \text{Berat Agregat Halus}$   
 $= 1,25\% \times 3,025 \text{ kg}$   
 $= 0,0378125 \text{ kg} = 37,81 \text{ gr}$
- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1,50% untuk 1 benda uji  
 $= 1,50\% \times \text{Berat Agregat Halus}$   
 $= 1,50\% \times 3,025 \text{ kg}$   
 $= 0,045375 \text{ kg} = 45,37 \text{ gr}$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Serat Kulit Pinang} &= 60,5 + 75,62 + 90,74 \\ &= 226,86 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perbandingan untuk 6 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.23: Banyak Serat kulit pinang yang dibutuhkan untuk 6 benda uji silinder (7 hari).

| Persentase banyaknya serat kulit pinang (%) | Banyaknya serat kulit piang dari berat agregat halus (gr) |
|---|---|
| 1   | 60,5  |
| 1,25  | 75,62   |
| 1,50  | 90,74   |
| Banyak serat kulit pinang untuk penelitian  | 226,86  |

➤ Umur 28 hari

- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1% untuk 1 benda uji  
 $= 1\% \times \text{Berat Agregat Halus}$   
 $= 1\% \times 3,531 \text{ kg}$   
 $= 0,03531 \text{ kg} = 35,31 \text{ gr}$
- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1,25% untuk 1 benda uji  
 $= 1,25\% \times \text{Berat Agregat Halus}$   
 $= 1,25\% \times 3,531 \text{ kg}$   
 $= 0,0441375 \text{ kg} = 44,13 \text{ gr}$

- Serat kulit pinang sebagai penambah agregat halus 1,50% untuk 1 benda uji  
 $= 1,50\% \times \text{Berat Agregat Halus}$   
 $= 1,50\% \times 3,531 \text{ kg}$   
 $= 0,052965 \text{ kg} = 52,96 \text{ gr}$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Serat Kulit Pinang} &= 70,62 + 88,26 + 105,92 \\ &= 264,8 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perbandingan untuk 6 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.24: Banyak Serat kulit pinang yang dibutuhkan untuk 6 benda uji silinder (28 hari).

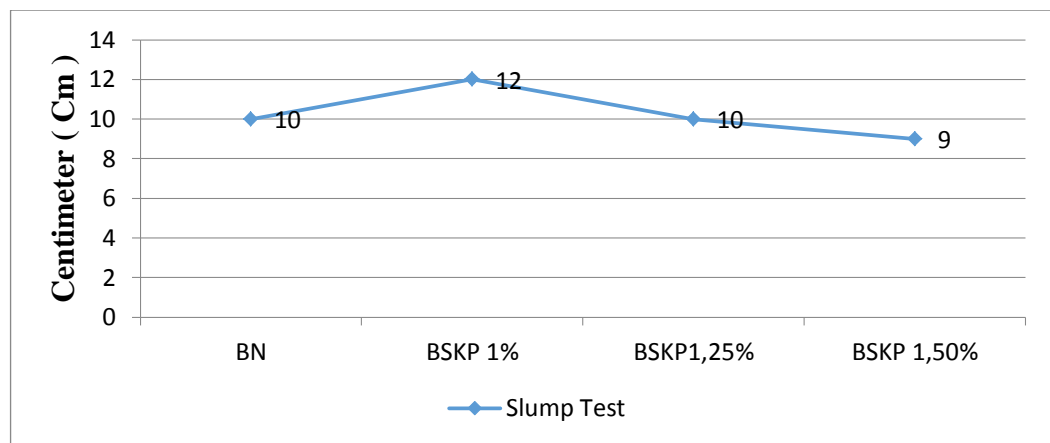
| Persentase banyaknya serat kulit pinang (%) | Banyaknya serat kulit piang dari berat agregat halus (gr) |
|---|---|
| 1   | 70,62   |
| 1,25  | 88,26   |
| 1,50  | 105,92  |
| Banyak Serat kulit pinang untuk penelitian  | 264,8   |

#### 4.7 Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan/rojokan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.25: Hasil pengujian nilai *slump* (7 hari).

|                        | Beton Normal | Beton dengan Serat kulit pinang 1% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% | Beton dengan Serat kulit pinang 1,25% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% | Beton dengan Serat kulit pinang 1,50% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% |
|------------------------|--------------|---|--|--|
| Hari                   | 7            | 7   | 7  | 7  |
| <i>Slump Test</i> (cm) | 10           | 12  | 10   | 9  |



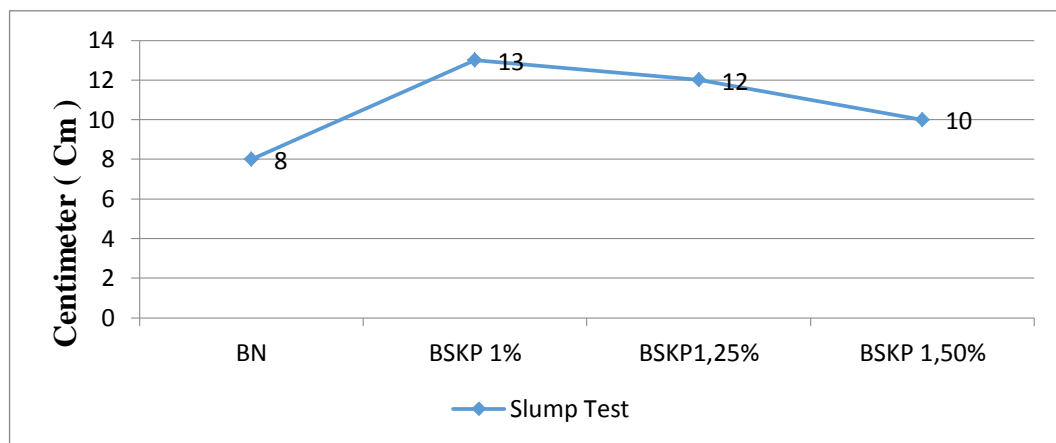
Gambar 4.6: Grafik perbandingan nilai *slump*.

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan, di dapat hasil nilai *slump* Beton dengan Serat kulit pinang 1% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% mendapatkan hasil maksimum dari variasi beton yang lainnya, yaitu 12 cm untuk umur beton 7 hari sedangkan beton normal mendapatkan nilai *slump* 10 cm. dan ununtuk hasil *slump test* minimum terdapat pada variasi Beton dengan Serat kulit pinang 1,50% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% yaitu sebesar 9 cm. Dapat dilihat pada gambar 4.6.



Tabel 4.26: Hasil pengujian nilai *slump* (28 hari).

|                        | Beton Normal | Beton dengan Serat kulit pinang 1% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% | Beton dengan Serat kulit pinang 1,25% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% | Beton dengan Serat kulit pinang 1,50% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% |
|------------------------|--------------|---|--|--|
| Hari                   | 28           | 28  | 28   | 28   |
| <i>Slump Test</i> (cm) | 8            | 13  | 12   | 10   |



Gambar 4.7: Grafik perbandingan nilai *slump*.

Pada pengujian *Slump* beton umur 28 hari terjadi kenaikan nilai *slump* paling maksimum pada Beton dengan Serat kulit pinang 1% sebagai penambah agregat halus dan campuran Epoxy Resin 0,8% yaitu sebesar 13 cm. dan nilai *slump* terendah pada variasi beton normal yaitu sebesar 8 cm. penurunan yang tidak konstan terhadap nilai *slump* pada beton normal disebabkan karena campuran adukan beton yang lebih keras dibandingkan beton dengan tambahan serat kulit pinang yang membuat campuran beton tidak kokoh dan pengaruh penambahan zat kimia *epoxy resin* membuat beton kurang homogen, sehingga nilai *slump* beton dengan tambahan serat kulit pinang lebih besar dibandingkan nilai *slump* beton normal.

Menurut (Karwur et al, 2013) Epoxy adalah suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda, ini disebut sebagai "resin" dan "pengeras". Pengeras terdiri dari monomer polyamine, misalnya Triethylenetetramine (Teta). Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen. Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut "curing", dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, dan rasio kata senyawanya; proses dapat mengambil menit untuk jam. Beberapa formulasi manfaat dari pemanasan selama masa penyembuhan, sedangkan yang lainnya hanya memerlukan waktu, dan suhu ambien.

#### **4.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari dan 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tarik belah dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 8 benda uji pada umur rendaman 7 hari dan 8 benda uji lagi pada umur rendaman 28 hari. Dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya, Kuat tarik belah beton dihitung dengan standar SNI 03-2491-2002.

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D}$$

Keterangan:

F<sub>ct</sub> = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban pada waktu belah (Kg)

D = Diameter benda uji silinder (Cm)

L = Panjang benda uji silinder (Cm)

Tabel 4.27: Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (7 hari).

| Sampel      | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $F_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|-------------|----------------------|------------------------------|----------------|---|-----------------------|
| Umur 7 Hari |                      |                              |                |   |                       |
| 1           | 12477                | 14137                        | 21000          | 2,97  | 2,86                  |
| 2           | 12602                | 14137                        | 19500          | 2,75  |                       |

Tabel 4.28: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1% dan *Epoxy Resin* 0,8% (7 hari).

| Sampel      | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $F_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|-------------|----------------------|------------------------------|----------------|---|-----------------------|
| Umur 7 Hari |                      |                              |                |   |                       |
| 1           | 12288                | 14137                        | 31500          | 4,45  | 4,56                  |
| 2           | 12457                | 14137                        | 33000          | 4,67  |                       |

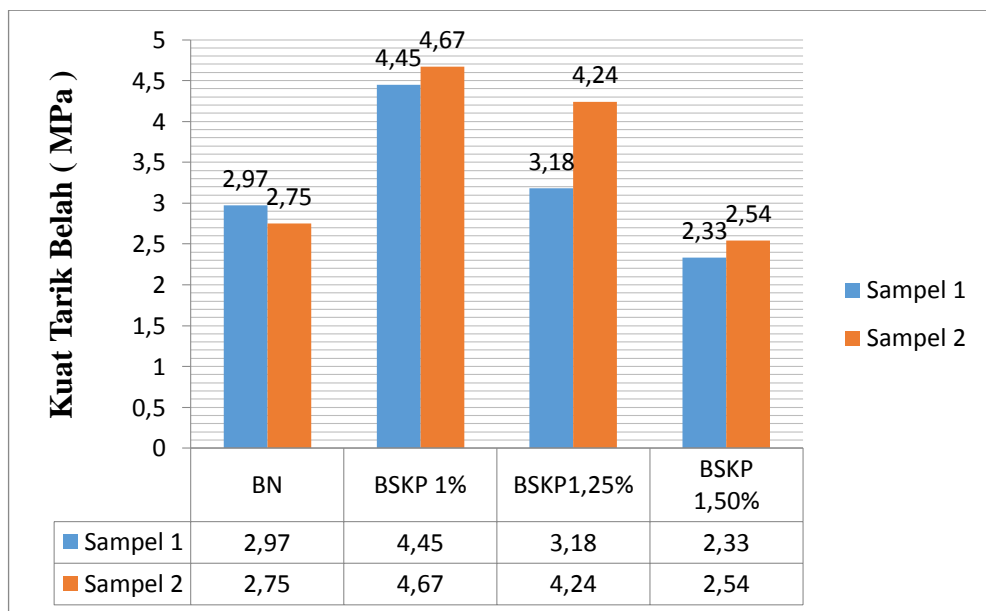
Tabel 4.29: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1,25% dan *Epoxy Resin* 0,8% (7 hari).

| Sampel      | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $F_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|-------------|----------------------|------------------------------|----------------|---|-----------------------|
| Umur 7 Hari |                      |                              |                |   |                       |
| 1           | 12461                | 14137                        | 22500          | 3,18  | 3,71                  |
| 2           | 12519                | 14137                        | 30000          | 4,24  |                       |

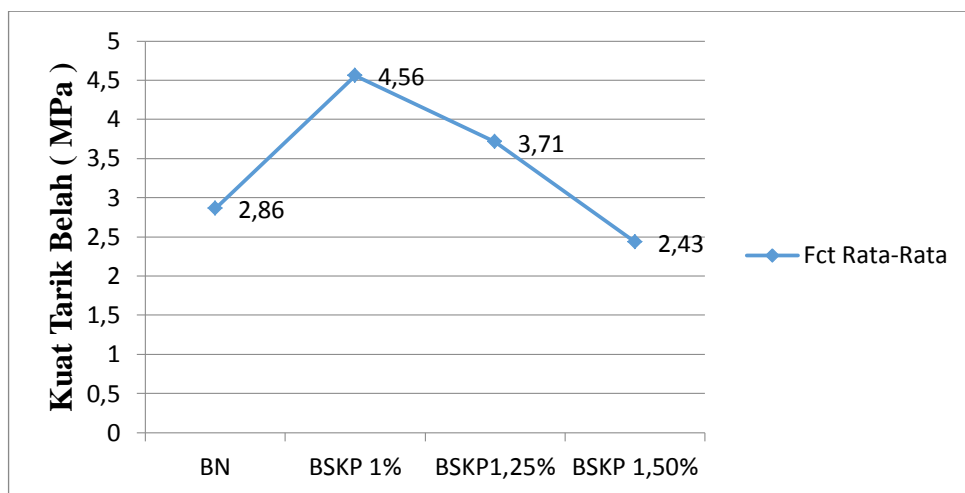
Tabel 4.30: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1,50% dan *Epoxy Resin* 0,8% (7 hari).

| Sampel      | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $F_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|-------------|----------------------|------------------------------|----------------|---|-----------------------|
| Umur 7 Hari |                      |                              |                |   |                       |
| 1           | 12554                | 14137                        | 16500          | 2,33  | 2,43                  |
| 2           | 12755                | 14137                        | 18000          | 2,54  |                       |

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik belah beton maksimum pada umur beton 7 hari yaitu dengan variasi BSKP 1% sebesar 4,56 MPa. Sedangkan beton normal mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,86 MPa, maka beton BSKP 1% memperoleh kenaikan sebesar 1,7 Mpa dibandingkan beton normal. Tetapi pada BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,43 MPa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian. Untuk hasil lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.



Gambar 4.9: Grafik persentase nilai Fct Rata-rata kuat tarik belah beton pada umur 7 hari.

Menurut (Edhi Wahyuni 1996) penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton, hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta dengan serat cukup besar. Maka pada penelitian ini terjadi kuat Tarik belah beton maksimum pada variasi penambahan serat kulit pinang 1% karena adanya penambahan serat pada adukan beton.

Tabel 4.31: Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (28 hari).

| Sampel       | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $Fct = \frac{2P}{\pi.d.L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|--------------|----------------------|------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Umur 28 Hari |                      |                              |                |                                  |                       |
| 1            | 12,725               | 14137                        | 10500          | 1,48                             | 2,43                  |
| 2            | 12,734               | 14137                        | 13500          | 1,91                             |                       |

Tabel 4.32: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1% dan *Epoxy Resin* 0,8% (28 hari).

| Sampel       | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $Fct = \frac{2P}{\pi.d.L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|--------------|----------------------|------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Umur 28 Hari |                      |                              |                |                                  |                       |
| 1            | 12,314               | 14137                        | 18000          | 2,55                             | 2,76                  |
| 2            | 12,433               | 14137                        | 21000          | 2,97                             |                       |

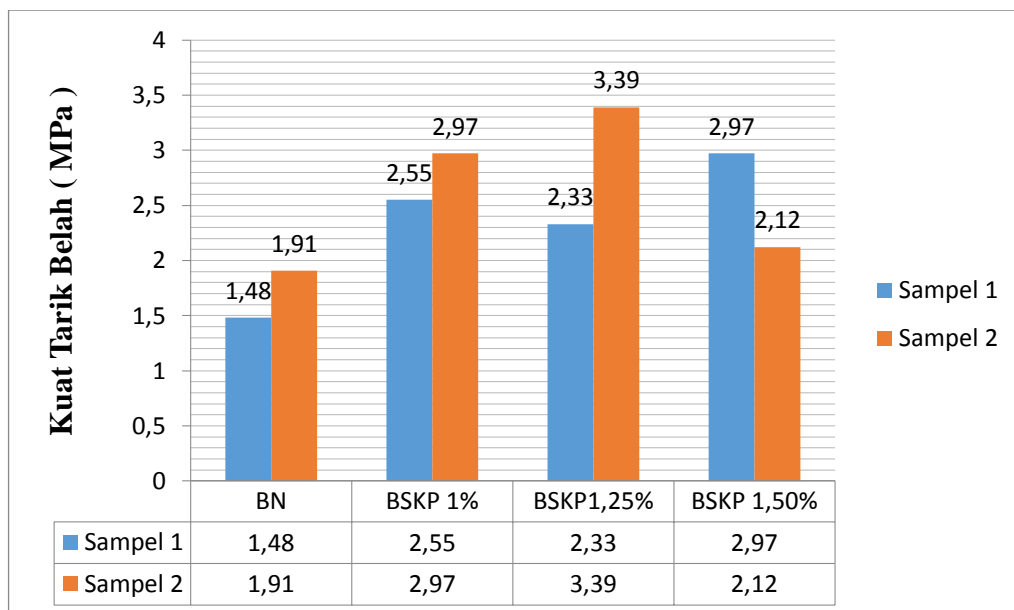
Tabel 4.33: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1,25% dan *Epoxy Resin* 0,8% (28 hari).

| Sampel       | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $Fct = \frac{2P}{\pi.d.L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|--------------|----------------------|------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Umur 28 Hari |                      |                              |                |                                  |                       |
| 1            | 12,308               | 14137                        | 16500          | 2,33                             | 2,86                  |
| 2            | 12,450               | 14137                        | 24000          | 3,39                             |                       |

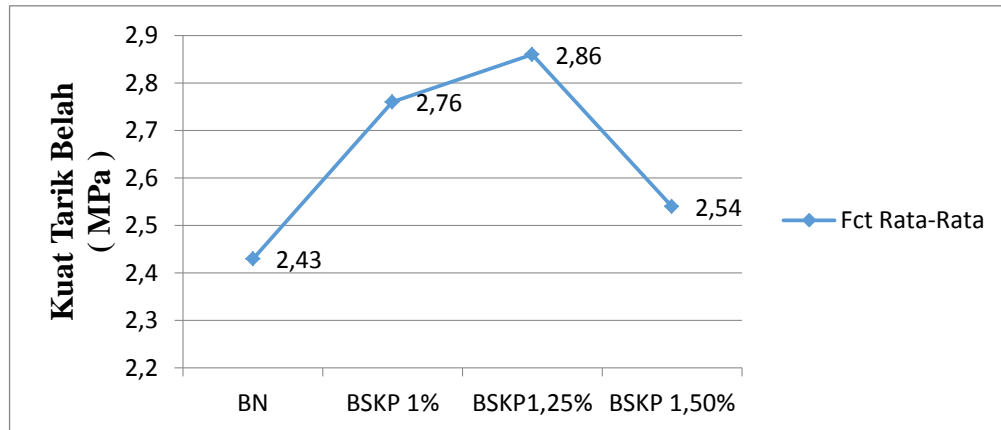
Tabel 4.34: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan serat kulit pinang 1,50% dan *Epoxy Resin* 0,8% (28 hari).

| Sampel       | Berat Benda Uji (Kg) | Luas ( $\pi LD$ ) ( $cm^2$ ) | Beban (P) (Kg) | $F_{ct} = \frac{2P}{\pi.d.L}$ (MPa) | Fct Rata – Rata (MPa) |
|--------------|----------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Umur 28 Hari |                      |                              |                |                                     |                       |
| 1            | 12,090               | 14137                        | 21000          | 2,97                                | 2,54                  |
| 2            | 12,618               | 14137                        | 15000          | 2,12                                |                       |

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik belah beton maksimum pada umur beton 28 hari yaitu dengan variasi BSKP 1,25% sebesar 2,86 Mpa. Sedangkan beton normal 28 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,43 MPa, Maka beton BSKP 1,25% memperoleh kenaikan sebesar 0,43 MPa. Tetapi pada umur 28 hari BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,54 MPa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian. Untuk hasil lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.



Gambar 4.11: Grafik persentase nilai Fct Rata-rata kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.

Menurut Handayani (2010) Serat merupakan salah satu bahan tambahan yang secara umum berfungsi untuk menambah kuat tarik. Serat berguna menahan beban yang diderita beton agar retakan yang terjadi tidak membuatnya hancur. Masing-masing bahan serat memiliki kelebihan dan kekurangan dalam memperbaiki karakteristik beton. Serat buah pinang terdiri dari komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, abu, dan lain-lain. Selulosa berpotensi dalam proses adsorpsi dan memiliki situs aktif seperti, gugus hidroksil (OH-) yang dapat dengan mudah membentuk serangkaian reaksi kimia dan melakukan penikat dengan senyawa kation dan anion. Sehingga kadar optimum Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 7 hari dengan variasi BSKP 1% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 4,56 MPa.

Sedangkan beton normal 7 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,86 MPa, maka beton BSKP 1% memperoleh kenaikan sebesar 1,7 MPa. Tetapi pada umur 7 hari BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,43 MPa, Sedangkan untuk sampel 28 hari dengan variasi BSKP 1,25% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 2,86 MPa. Sedangkan beton normal 28 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,43 MPa, Maka beton BSKP 1,25% memperoleh kenaikan sebesar 0,43 MPa. Tetapi pada umur 28 hari BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,54 MPa.

Menurut Edhi Wahyuni (1996) penambahan serat pada adukan beton ternyata dapat memberikan pengaruh yang besar pada kuat tarik beton, hal ini disebabkan bertambahnya ikatan pada beton karena lekatan antara pasta dengan serat cukup besar. pada penelitian ini terjadi kuat Tarik belah beton maksimum pada variasi penambahan serat kulit pinang, hal ini disebabkan karena adanya penambahan serat pada adukan beton sehingga memperkuat ikatan campuran beton.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan perencanaan beton umur 7 hari pada penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi:
  - a) (BN) = 2,86 MPa
  - b) (BSKP 1%) = 4,56 MPa
  - c) (BSKP 1,25%) = 3,71 MPa
  - d) (BSKP 1,50%) = 2,43 MPa
2. Berdasarkan perencanaan beton umur 28 hari pada penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi:
  - a) (BN) = 2,43 MPa
  - b) (BSKP 1%) = 2,76 MPa
  - c) (BSKP 1,25%) = 2,86 MPa
  - d) (BSKP 1,50%) = 2,54 MPa
3. Kadar optimum Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton 7 hari dengan variasi BSKP 1% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 4,56 MPa. Sedangkan beton normal 7 hari mempunyai kuat tarik belah sebesar 2,86 MPa, maka beton BSKP 1% memperoleh kenaikan sebesar 1,7 MPa. Tetapi pada umur 7 hari BSKP 1,50% memperoleh penurunan sebesar 2,43 MPa, Sedangkan untuk sampel 28 hari dengan variasi BSKP 1,25% mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 2,86 MPa.

## 5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna baik dalam pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton maupun dalam penerapan secara praktis di lapangan. Diharapkan penelitian lanjutan dapat dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut :

1. Diperlukan adanya penelitian beton dengan penambahan serat kulit pinang dan Epoxy Resin lebih lanjut terhadap kuat tarik belah beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai serat kulit pinang yang bervariasi, misalnya menggunakan penambahan serat kulit pinang dan zat addictif yang berbeda.
3. Selama proses pencampuran beton, sebaiknya jangan terlalu cepat untuk mendapatkan campuran yang benar-benar menyatu/homogen.
4. Diusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Era Rizky Hasanah, Agustin Gunawan, & Yuzuar Afrizal. (2017) *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang Dan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Inersia April 2017, Volume 9, Nomor 1.
- Aldo Jannatun Naim, Indra Syahrul Fuad, & Bazar Asmawi. (2018) *Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 6, Nomor 2, Juli 2018.
- Putri Pratiwi, Hendriwan Fahmi, & Georgery Saputra. (2019) *Pengaruh Panjang Serat terhadap Sifat Akustik Komposit Berpenguat Serat Kulit Buah Pinang dengan Matrik Epoxy*. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, Volume 9, Nomor 2, Oktober 2019.
- Rio Herdianto Rahamudin Hieryco Manalip, Mielke Mondoringin. (2016) *Pengaruh Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Jurnal Sipil Statik, Volume 4, Nomor 3, Maret 2016 (225-231) ISSN: 2337-6732.
- Shelly Monica, & Alimin Mahyudin. (2018) *Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan*. Jurnal Fisika Unand, Volume 7, Nomor 3, Juli 2018.
- Efan Tifani, & Indriyani Puluhulawa. (2018) *Sifat Fisik dan Mekanis Papan Partikel dari Kulit Pinang dan Serbuk Kayu Mahang*. Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis, Oktober 2018, hlm. 284 – 34.
- Lissa Opirina, Dewi Purnama Sari dan Muhammad Hanif. (2019) *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Normal*. Portal Jurnal Teknik Sipil, Volume 11, Nomor 2, Oktober 2019.
- Lisa Utami, Lazulva. (2017) *Pemanfaatan Limbah Kulit Pinang (Areca chatecu L.) Sebagai Biosorben Untuk Mengolah Logam Berat Pb (II)*. Al-Kimia, Volume 5, Nomor 2, 2017.
- Arman. A, Ardon Rahimi. (2016) *Studi Eksperiment Evaluasi Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kuat Tarik Beton Normal*. Vol. 18 No. 1 Februari 2016.
- Ade LISANTONO, Evander Tandean. (2019) *Pengaruh Epoxy Terhadap Sifat Mekanik Beton Dengan Bahan Tambah Kaca Sebagai Substitusi Agregat*

- Halus*. Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil. Vol. 2 No. 2, Agustus 2019.
- Retno Trimurtiningrum. (2018) *Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton*. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya, Januari 2018, Vol. 03, No. 01, hal 1 - 6.
- Gede Surya, Nurul Rochmah, Indra Lukmansyah. (2018) *Pengaruh Paku Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya, September 2018, Vol. 03, No. 02, hal 113 – 120.
- Vista G. Ndoen, Dantje A. T. Sina, Wilhelmus Bunganaen. (2015) *Pengaruh Penambahan Serat Daun Gwang (Corypha Utan Lam) Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Teknik Sipil Vol. IV, No. 1, April 2015.
- Rocky Armidion. (2018) *Peningkatan Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Campuran Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)*. Jurnal Konstruksia, Volume 10 Nomer 1 Desember 2018.
- I Made Jaya, I Made Suardana Kader, I WayanSuasira, I PutuIndraYuda. (2017) *Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Antara Beton Normal Dan Beton Integral Waterproofing*. Jurnal Logic. Vol. 17 No. 3. Nopember 2017.
- Dari, D., Tarik, K., & Beton, B. (2020). *Disusun Oleh: HANDRIAN WIJAYA 1607210230*.
- Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). (*Studi Penelitian*).
- Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). *Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115n Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah ( Studi Penelitian )*.
- Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2020). *Tugas akhir*.
- Tarik, K., & Beton, B. (2020). *Tugas akhir*.
- Untuk, D., & Dan, M. T. (2020). *Beton Yang Menggunakan Bahan Kimia ( Studi Penelitian )*.

# LAMPIRAN



Lampiran 1 : Agregat Kasar



Lampiran 2 : Agregat Halus.



Lampiran 3 : Air



Lampiran 4 : *Epoxy Resin*



Lampiran 5 : Serat Kulit Pinang



Lampiran 6 : Semen Portland



Lampiran 7 : Saringan Agregat Kasar



Lampiran 8 : Saringan Agregat Halus



Lampiran 9 : Cetakan Silinder





Lampiran 10 : Gelas Ukur



Lampiran 11 : Kerucut Abrams.



Lampiran 12 : Mixer Beton



Lampiran 13 : Timbangan



Lampiran 14 : Tongkat Penumbuk



Lampiran 15 : Besi Plat 2m x 1m



Lampiran 16 : Bak Perendaman



Lampiran 17 : Alat Tulis



Lampiran 18 : Ember



Lampiran 19 : Plastik



Lampiran 20 : Sendok Semen



Lampiran 21 : Penggaris



Lampiran 22 : Sekop Tangan



Lampiran 23 : Skrap



Lampiran 24 : Masker



Lampiran 25 : Sarung Tangan



Lampiran 26 : Proses Pembuatan Adukan Beton



Lampiran 27 : Proses Pengujian Slump Test



Lampiran 28 : Proses Perojokan Adukan Beton



Lampiran 29 : Perendaman Benda Uji



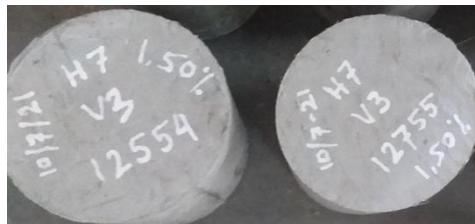
Lampiran 30 : Beton Normal



Lampiran 31 : Beton V1-1%



Lampiran 32 : Beton V2-1,25%



Lampiran 33 : Beton V3-1,50%

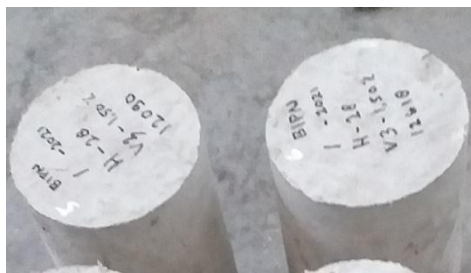


Lampiran 34 : Beton V1-1%





Lampiran 35 : Beton V2-1,25%



Lampiran 36 : Beton V3-1,50%



Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama : Bayu Indra Putra Nasution  
Panggilan : Bayu  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 25 September 1993  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Alamat Sekarang : Dusun IV Musyawarah-D Jl. Permus No. 214  
Saentis, Percut Sei Tuan  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Alm. Indra Zulkifli Nasution  
Ibu : Haspriatni, S.E  
No.Hp : 0812-1445-1164  
E-mail : [bipn02@gmail.com](mailto:bipn02@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210232  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Peguruan Tinggi : JL. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

| No | Tingkat Pendidikan   | Nama dan Tempat                  | Tahun Kelulusan |
|----|--|----------------------------------|-----------------|
| 1  | Sekolah Dasar  | SDN 106789 SUNGGAL, DELI SERDANG | 2006            |
| 2  | SMP  | SMP SWASTA RAHMAT ISLAMIYAH      | 2009            |
| 3  | SMA  | SMA NEGERI 5 MEDAN               | 2012            |
| 4  | Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016 sampai selesai. |                                  |                 |