

## **TUGAS AKHIR**

# **UJI KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN SERBUK KAYU JATI SEBAGAI BAHAN PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS ( STUDI PENELITIAN )**

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

Disusun oleh:

**ANDRIAN DWI PUTRA**  
**1907210059**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Andrian Dwi Putra

NPM : 1907210059

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Uji Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kayu  
Jati Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus  
(Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur

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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



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

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

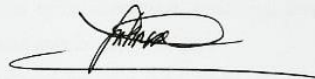
Nama : Andrian Dwi Putra  
NPM : 1907210059  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Uji Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kayu  
Jati Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus  
(Studi Penelitian )

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, 4 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembimbing I



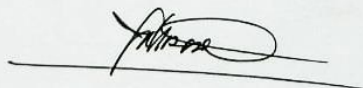
Sri Frapanti, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



Muhammad Husin Gultom, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Andrian Dwi Putra  
Tempat, Tanggal Lahir : Tebing Tinggi, 14 April 2001  
NPM : 1907210059  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Uji Kuat Tarik Belah Beton Mengginakan Serbuk Kayu Jati Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Studi Penelitian)" 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 keserjanaan 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, 4 Agustus 2025

Saya yang menyatakan:



Andrian Dwi Putra

## **ABSTRAK**

### **UJI KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN SERBUK KAYU JATI SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS (STUDI PENELITIAN)**

Andrian Dwi Putra

1907210059

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

Serbuk kayu merupakan sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah kuat tekan beton. Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambah dengan campuran semen dan campuran pasir berbentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan kerapatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi. Selain itu karena banyaknya jumlah limbah serbuk kayu yang tersedia namun pemanfaatannya yang belum optimal maka diadakanlah penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah yang tersedia yaitu serbuk kayu sebagai agregat halus. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh serbuk kayu sebagai agregat halus terhadap nilai kuat Tarik belah beton. Variasi yang ada pada penelitian ini BTN, BSK (10%, 12,5%, 15%). Benda uji yang dipakai berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengaruh serbuk kayu jati terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang rendah.

Kata Kunci: Serbuk Kayu, Kuat Tarik Belah Beton

## **ABSTRACT**

### **CONCRETE TENSILE STRENGTH TEST USING TEAK WOOD DUST AS A PARTIAL REPLACEMENT FOR FINE AGGREGATE (RESEARCH STUDY)**

Andrian Dwi Putra

1907210059

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

*Sawdust is a residue from wood processing that can be used as a material to increase the compressive strength of concrete. Sawdust contains cellulose and hemicellulose which, when added to a mixture of cement and sand mixtures in the form of concrete, these compounds will be absorbed on the surface of minerals/particles and provide bonding density between particles due to their adhesion and dispersion properties, as well as inhibiting water diffusion in the material. Thus, a stronger and relatively impermeable concrete can be produced, which can be used as a construction material. In addition, due to the large amount of sawdust waste available but its utilization is not optimal, this study was conducted. This study aims to utilize the available waste, namely sawdust, as a fine aggregate. This study also aims to determine how the effect of sawdust as a fine aggregate on the value of concrete tensile strength. The variations in this study BTN, BSK (10%, 12.5%, 15%). The test specimens used were cylinders with a size of 15 cm x 30 cm as many as 15 test specimens. Testing was carried out after the concrete was 28 days old. Based on research that has been carried out, the effect of teak wood dust on the compressive strength of concrete in cylindrical test objects has a low value.*

**Keywords:** Sawdust, Concrete's tensile strength

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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 tugas akhir ini yang berjudul “Uji Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kayu Jati Sebagai Bahan Penganti Sebagian Agregat Halus” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan juga selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Ibu Sri Prapanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Husni Gultom, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi tugas akhir ini.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Edi Saputra dan Ibunda tercinta Anita Dewi yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan,

Penulis

Andrian Dwi Putra

## DAFTAR ISI

|                                       |                              |
|---------------------------------------|------------------------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING         | Error! Bookmark not defined. |
| LEMBAR PENGESAHAN                     | Error! Bookmark not defined. |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR                        | iii                          |
| DAFTAR ISI                            | v                            |
| DAFTAR TABEL                          | viii                         |
| DAFTAR GAMBAR                         | x                            |
| DAFTAR NOTASI                         | xi                           |
| BAB 1                                 | 1                            |
| PENDAHULUAN                           | 1                            |
| 1.1 Latar Belakang                    | 1                            |
| 1.2 Rumusan Masalah                   | 2                            |
| 1.3 Ruang Lingkup Permasalahan        | 2                            |
| 1.4 Tujuan Penelitian                 | 3                            |
| 1.5 Manfaat penelitian                | 3                            |
| 1.6 Sistematika penulisan             | 4                            |
| BAB 2                                 | 5                            |
| TINJAUAN PUSTAKA                      | 5                            |
| 2.1 Pengertian beton                  | 5                            |
| 2.2 Bahan Penyusun campuran beton     | 5                            |
| 2.2.1 Semen Portland                  | 6                            |
| 2.2.2 Semen PCC                       | 7                            |
| 2.2.3 Air                             | 8                            |
| 2.2.4 Agregat                         | 8                            |
| 2.2.3.1 Agregat halus.                | 8                            |
| 2.2.3.2 Agregat kasar                 | 9                            |
| 2.2.5 Superplasticizers               | 9                            |
| 2.3 Serbuk Kayu                       | 9                            |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 2.4 Faktor Air Semen                        | 10 |
| 2.5 Uji Kekentalan ( <i>Slump test</i> )    | 10 |
| 2.6 Kuat Tarik Belah                        | 11 |
| 2.7 Penelitian Terdahulu                    | 11 |
| BAB 3                                       | 13 |
| METODE PENELITIAN                           | 13 |
| 3.1 Metode Penelitian Umum                  | 13 |
| 3.2 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data | 13 |
| 3.2.1 Data Primer                           | 13 |
| 3.2.2 Data Sekunder                         | 13 |
| 3.2.3 Teknik Pengumpulan Data               | 16 |
| 3.3 Pelaksanaan Penelitian                  | 16 |
| 3.3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian           | 16 |
| 3.3.2 Rancangan Penelitian                  | 16 |
| 3.4 Alat Dan Bahan                          | 17 |
| 3.4.1 Alat                                  | 17 |
| 3.4.2 Bahan                                 | 18 |
| 3.5 Persiapan Penelitian                    | 19 |
| 3.6 Pemeriksaan Agregat                     | 19 |
| 3.6.1 Analisa Saringan                      | 19 |
| 3.6.2 Berat Jenis Agregat Kasar             | 20 |
| 3.6.3 Berat Jenis Agregat Kasar             | 21 |
| 3.6.4 Kadar Air                             | 23 |
| 3.6.5 Berat Isi Agregat                     | 24 |
| 3.6.6 Kadar Lumpur Agregat                  | 25 |
| 3.7 Mix Design                              | 25 |
| 3.8 Pembuatan Benda Uji                     | 26 |
| 3.9 Pengujian <i>Slump</i>                  | 26 |
| 3.10 Perendaman Benda Uji                   | 28 |
| 3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton       | 28 |
| BAB 4                                       | 29 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 4.1 Tinjauan Umum                    | 29 |
| 4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat        | 29 |
| 4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus  | 29 |
| 4.3.1 Pengujian Analisa Saringan     | 29 |
| 4.3.2 Kadar Air                      | 30 |
| 4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air | 31 |
| 4.3.4 Berat Isi Agregat              | 32 |
| 4.3.5 Kadar Lumpur                   | 33 |
| 4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar  | 33 |
| 4.4.1 Pengujian Analisa Saringan     | 33 |
| 4.4.2 Kadar Air                      | 35 |
| 4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan     | 35 |
| 4.4.4 Berat Isi                      | 36 |
| 4.4.5 Kadar Lumpur                   | 37 |
| 4.5 Perencanaan Campuran Beton       | 37 |
| 4.6 Kebutuhan Bahan                  | 43 |
| 4.7 Slump Test                       | 44 |
| 4.8 Pengujian Kuat Tarik Belah       | 45 |
| 4.9 Pengujian Kuat Tekan             | 48 |
| 4.10 Standar deviasi                 | 51 |
| BAB 5                                | 53 |
| KESIMPULAN DAN SARAN                 | 53 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b>                | 53 |
| <b>5.2 Saran</b>                     | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA                       | 55 |
| LAMPIRAN                             | 57 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 2: Variasi campuran beton                                                                                                  | 16 |
| Tabel 3. 3: Rumus menghitung berat jenis agregat halus                                                                              | 20 |
| Tabel 3. 4: Rumus menghitung berat jenis agregat kasar                                                                              | 22 |
| Tabel 4. 1 : Hasil pengujian analisa agregat halus                                                                                  | 30 |
| Tabel 4. 2: Hasil pengujian kadar air agregat halus.                                                                                | 31 |
| Tabel 4. 3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air                                                                          | 31 |
| Tabel 4. 4: Hasil perhitungan berat isi agregat halus                                                                               | 32 |
| Tabel 4. 5: Hasil pengujian kadar lumpur                                                                                            | 33 |
| Tabel 4. 6: Hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar                                                                        | 34 |
| Tabel 4. 7: Hasil perhitungan kadar air agregat kasar                                                                               | 35 |
| Tabel 4. 8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar                                                                | 35 |
| Tabel 4. 9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar                                                                                 | 36 |
| Tabel 4. 10: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar                                                                             | 37 |
| Tabel 4. 11: Perencanaan campuran beton                                                                                             | 37 |
| Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah | 38 |
| Tabel 4. 13: Hubungan antara rasio air-semen ( $w/c$ ) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton         | 39 |
| Tabel 4. 14: Volume agregat kasar per satuan volume beton.                                                                          | 40 |
| Tabel 4. 15: Perkiraan awal berat beton segar                                                                                       | 40 |
| Tabel 4. 16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara                                                                            | 42 |
| Tabel 4. 17: Hasil Perbandingan Bahan Campuran Beton                                                                                | 42 |
| Tabel 4. 18: kebutuhan bahan pembuatan beton                                                                                        | 44 |
| Tabel 4. 19: Nilai slump test                                                                                                       | 45 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 20: Nilai kuat tarik belah beton             | 46 |
| Tabel 4. 21: Nilai perbandingan antar sampel          | 46 |
| Tabel 4. 22: Nilai rata – rata kuat tarik belah beton | 47 |
| Tabel 4. 23: Nilai kuat tekan beton                   | 49 |
| Tabel 4. 24: Nilai rata – rata kuat tekan beton       | 50 |

## **DAFTAR GAMBAR**

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Tahapan Singkat Penelitian                      | 15 |
| Gambar 3. 2: Benda uji beton silinsder                     | 26 |
| Gambar 3. 3: Pengujian kuat tarik belah beton              | 28 |
| Gambar 4. 1: grafik nilai slump test                       | 45 |
| Gambar 4. 2: Grafik kuat tarik beton                       | 46 |
| Gambar 4. 3: grafik perbandingan antar sampel              | 47 |
| Gambar 4. 4: Grafik rata-rata nilai kuat tarik belah beton | 48 |
| Gambar 4. 5: Grafik kuat tekan beton                       | 50 |
| Gambar 4. 6: grafik nilai rata-rata kuat tekan beton       | 50 |

## DAFTAR NOTASI

|          |                                                                    |                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| $f_{ct}$ | = Kuat tarik belah                                                 | (MPa)              |
| P        | = Beban pada waktu belah                                           | (N)                |
| d        | = Diameter benda uji silinder                                      | (mm)               |
| L        | = Panjang benda uji silinder                                       | (mm)               |
| P        | = Kadar air benda uji                                              | (%)                |
| $W_1$    | = Massa benda uji                                                  | (gr)               |
| $W_2$    | = Massa benda uji kering oven                                      | (gr)               |
| A        | = Berat benda uji kering oven                                      | (gr)               |
| B        | = Berat Piknometer berisi                                          | (gr)               |
| C        | = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan | (gr)               |
| S        | = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan                   | (gr)               |
| $W_1$    | = Berat contoh dan wadah                                           | (gr)               |
| $W_2$    | = Berat wadah                                                      | (gr)               |
| $W_3$    | = Berat contoh                                                     | (gr)               |
| V        | = Volume                                                           | (cm <sup>3</sup> ) |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi terus berkembang dan memerlukan bahan material yang aman dan efisien. Beton sebagai bahan utama dalam berbagai struktur bangunan, memiliki peran penting dalam memastikan kualitas dan keberlanjutan bangunan (Polopadang Dkk., 2023).

Struktur yang berbahan beton sangat rentan terhadap retak karna 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).

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Proses pengerasan beton terjadi karena adanya reaksi kimiawi dari air dengan semen dari waktu ke waktu. Agregat halus yang biasa digunakan adalah pasir alam atau pasir yang dihasilkan dari industri pemecah batu, dan agregat kasar yang biasa digunakan adalah batu alam atau batu yang dihasilkan dari industri pemecah batu.

Serat atau lebih dikenal dengan istilah *fiber* merupakan salah satu bahan tambahan yang secara umum berfungsi untuk menahan kuat tarik beton. Serat berguna menahan beban yang diderita beton agar retakan yang terjadi tidak membuatnya hancur.(Sarmadika Dkk., 2022)

Kayu merupakan salah satu material dengan kadar *selulosa* tinggi yaitu 72% dan juga mengandung *hemiselulosa*, selain itu serbuk kayu juga mengandung *lignin* dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan. Apabila senyawa-senyawa ini dicampurkan dengan semen dan pasir sebagai bahan pembentuk beton, maka senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral atau partikel.(Polopadang Dkk., 2023)

Serbuk kayu diharapkan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat *hidrofob*-nya ( zat yang tidak dapat larut dalam air). Sifat *hidrofob* kayu dapat menghasilkan beton yang kuat, tidak tembus air, dan dapat sebagai bahan konstruksi (edikson Dkk.,2013).

Kuat tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik beton berkisar 1/18 kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar 1/20 sesudahnya. Kekuatan tarik umumnya digunakan dalam mendesign bagian dari suatu struktur yang bersifat *ductile* dan *brittle* yang bersifat tidak statis, dalam arti selalu menerima gaya dalam jumlah besar, meski benda tersebut tidak bergerak. (Hasanah, Gunawan, and Afrizal 2017)

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perlu dilakukan penelitian bagaimana jika serbuk kayu dijadikan pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapat beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh serbuk kayu sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tarik beton?
2. Bagaimana hasil perbandingan antara beton normal dan beton dengan campuran serbuk kayu sebagai pengganti sebagian sebagian agregat halus terhadap kuat tarik beton?

## **1.3 Ruang Lingkup Permasalahan**

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada permasalahan ini, maka penulis membatasi permasalahan diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Metode perencanaan campuran beton menggunakan SNI (Standart Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini berfokus kepada kuat tarik beton
4. Jenis semen yang digunakan adalah PCC ( *Portland composite cemen* ).
5. Agregat kasar dan agregat halus menggunakan agregat lokal.
6. Persentase serbuk kayu hanya sebatas 0%, 10%, 12,5%, dan 15% dari berat agregat halus dan benda uji masing-masing variasi sebanyak 3 (tiga) buah.
7. Serbuk kayu berasal dari penggergajian dan pemotongan kayu yang lolos saringan no. 4 (4,76 mm).
8. Jumlah seluruh benda uji adalah 12 buah.
9. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
10. Umur beton saat diuji adalah 28 hari.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh serbuk kayu sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tarik beton.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan antara beton normal dengan beton serbuk kayu sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan.

#### **1.5 Manfaat penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam memberikan informasi bahwa serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus terhadap campuran beton dapat memberikan peningkatan kualitas beton dan menjadi bukti bahwa penggunaan serbuk kayu sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus karena serbuk kayu merupakan limbah yang jarang digunakan kembali.

## **1.6 Sistematika penulisan**

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas tentang hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

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

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan 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**

Menurut SNI 2847:2013, beton (*concrete*) adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). 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.

Beton merupakan bahan terpopuler yang digunakan untuk membangun bangunan atau gedung. Pada perkembangannya beton sering di campur dengan berbagai bahan tambahan baik kimia maupun non kimia. Beton diperoleh dengan mencampurkan semen portland, air, agregat, dan bahan tambahan lainnya.(Sarmadika, Artana, and Muka 2022)

Keunggulan dari beton yaitu memiliki daya kuat tekanan sangat keras dan memiliki watak ketahanan pada korosi dan pelapukan dari lingkungan, akan tetapi pada daya kekuatan tariknya sangat rendah dan merupakan bahan getas. Angka kekuatan pada beton dapat diperoleh dengan melakukan pemeriksaan menggunakan sampel berbentuk silinder maupun kubus yang dilakukan dengan langkah-langkah pengujian berdasarkan dengan standar ketetapan.(Amilia and Minaka 2022)

#### **2.2 Bahan Penyusun campuran beton**

Komposisi beton dapat dibuat dengan mutu yang beragam sesuai pada kebutuhan proyek konstruksi yang dilihat berdasarkan angka kekuatan standar dari beton. Komposisi beton sebagai komponen campuran akan tersusun dari agregat kasar (*split*), agregat halus (*pasir*), semen serta air. Seiring dengan kemajuan teknologi rancangan beton, banyak kalangan praktisi yang melakukan penelitian dengan menambahkan bahan lain pada campuran beton dengan tujuan untuk menambahkan nilai dari kekuatan beton. Salah satu bahan campuran yang

sering menjadi percobaan eksperimental terhadap job mix design (JMD) pada komposisi beton adalah limbah biomassa.(Amilia and Minaka 2022)

### 2.2.1 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.

Bahan baku pembuat semen adalah bahan- bahan yang mengandung kapur, silikat, alumina, oksida, besi dan oksida lainnya. Jika semen dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran semen dengan air tersebut dinamakan pasta semen.(Polopadang et al. 2023)

Menurut (Dewi, Jaya, and Hermala 2022), semen dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

#### 1. Semen non hidraulis

Semen non hidrolis merupakan semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air. Contohnya adalah kapur.

#### 2. Semen hidraulis

Semen hidraulis merupakan semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Contohnya adalah semen *Portland*, semen *pozzolan*, semen alumina, semen terak, semen alam dan lain-lain.

Menurut (Passa and Safitri 2021), semen *Portland* terbagi menjadi lima tipe yaitu sebagai berikut.

#### 1. Tipe I

Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada tipe yang lain. Semen tipe 1 ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen *Portland*.

#### 2. Tipe II

Semen tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Pelabuhan

- Pondasi atau *basement* dimana tanah atau air tanah terkontaminasi oleh sulfat
- Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- Saluran air bangunan atau limbah

### 3. Tipe III

Semen dengan tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Beton pracetak
- Bangunan yang membutuhkan pembongkaran *bekisting* yang cepat
- Perbaikan beton
- Pembetonan di daerah dingin

### 4. Tipe IV

Semen dengan tipe ini memiliki kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan sebagai berikut.

- Konstruksi
- *Basement*
- Bangunan pada daerah panas

### 5. Tipe V

Semen tipe ini sama dengan semen tipe 2 dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat.

## 2.2.2 Semen PCC

Semen PCC ( *Portland composite cemen* ) adalah jenis semen yang terbuat dari campuran klinker portland dengan bahan tambah seperti terak, pozzolan, dan batu kapur. Bahan tambah ini memberikan sifat pada cemen PCC menjadi lebih ramah lingkungan, lebih mudah dikerjakan dan menghasilkan permukaan beton yang halus. (Polopadang, Dkk 2023)

### 2.2.3 Air

Air yang dimaksud adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton (Herdiansyah and Pangaribuan 2013).

Air di dalam campuran beton juga berfungsi untuk menghidrasi semen dan sangat menentukan *workability* dari pekerjaan semen. Kental atau enceranya campuran ditentukan oleh banyaknya air yang terdapat dalam beton yang baru diaduk. Kandungan air dalam beton segar harus sesuai dengan yang ditetapkan dalam mix design dan kondisi lapangan sewaktu pembuatan beton. Jumlah kadar air yang tinggi akan menyebabkan beton menjadi encer sedangkan kadar air yang rendah akan menyebabkan daya rekat campuran beton berkurang (Hasanah, Gunawan, and Afrizal 2017).

### 2.2.4 Agregat

Agregat merupakan bahan campuran beton yang di peroleh dari batuan yang telah mengalami proses penghancuran secara alam dan atau melalui proses pemecahan batu dengan menggunakan mesin pemecah batu (*Stone Crusher*). (Herdiansyah and Pangaribuan 2013)

Menurut ukuran, agregat dapat dibedakan menjadi :

#### 2.2.3.1 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.

Agregat halus terdiri dari butiran sebesar 0.14 - 5 mm, di dapat dari disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau dapat juga dengan memecahnya (*artifikal sand*) tergantung dari kondisi pembentukan tempat yang terjadinya. Pasir alam dapat dibedakan atas ; Pasir galian, pasir sungai, pasir laut, dan pasir gunung. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut,

keretakan, dan kekerasan pada produk bangunan campuran semen (Herdiansyah and Pangaribuan 2013).

#### **2.2.3.2 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.

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang di maksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm/4,8 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori . Butir- butir agregat kasar harus bersifat kekal , artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan (Herdiansyah and Pangaribuan 2013).

#### **2.2.5 Superplasticizers**

Superplasticizers merupakan bahan tambah pencampur beton (admixture) yang ditambahkan saat pengadukan berlangsung dan atau saat pelaksanaan pengecoran (placing) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. Superplasticizers termasuk jenis campuran yang meningkatkan mutu beton. Superplasticizers juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workability. Cara kerjasuperplasticizers secara umum adalah partikel semen dalam air cenderung untuk berkoheisi satu sama lainnya dan partikel semen akan mengumpal (flokuasi). Penambahan bahan tambah superplasticizers mengakibatkan partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi (menolak) (Elsa et al., 2019).

### **2.3 Serbuk Kayu**

Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa tinggi yaitu 72%. Serbuk kayu selain mengandung selulosa juga mengandung kadar

hemiselulosa, dan mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15- 30% berat kering bahan. Apabila senyawa-senyawa ini dicampurkan dengan semen dan pasir sebagai bahan pembentuk beton, maka senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral atau partikel. Serbuk kayu diharapkan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya (zat yang tidak dapat larut dalam air). Sifat hidrofob kayu dapat menghasilkan beton yang kuat, tidak tembus air, dan dapat sebagai bahan konstruksi (Hasanah, Gunawan, and Afrizal 2017).

## **2.4 Faktor Air Semen**

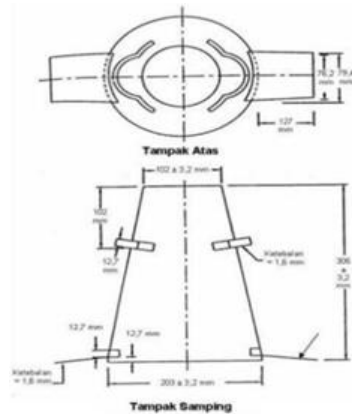
Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan beton. Kebanyakan air dalam pembuatan beton akan menghasilkan beton yang berkualitas rendah karena pembentukan batuan semen membutuhkan air untuk bereaksi, sehingga akan dapat mengakibatkan timbulnya rongga pada beton (Herdiansyah and Pangaribuan 2013).

Faktor air semen menurut SNI 03-2834- 1993 adalah perbandingan banyaknya jumlah air bebas dengan jumlah semen pada satu campuran beton. Secara umum diketahui bahwa semakin besar nilai faktor air semen maka semakin besar pula jumlah air yang digunakan pada campuran beton.

## **2.5 Uji Kekentalan (*Slump test*)**

Percobaan slump beton (*Slump test*) adalah suatu cara untuk mengukur kelecekan adukan beton (kecairan/kepadatan) yang berguna dalam pengerjaan beton. Pengujian ini dilakukan untuk menjamin agar nilai air semen tetap sesuai rencana.(Herdiansyah and Pangaribuan 2013)

Slump menurut SNI 1972-2008 adalah suatu teknik untuk memantau homogenitas dan workability adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan satu nilai slump. Nilai slump umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Cara uji ini dapat diterapkan pada beton plastis yang memiliki ukuran maksimum agregat kasar hingga 37,5 mm (1 ½ in).

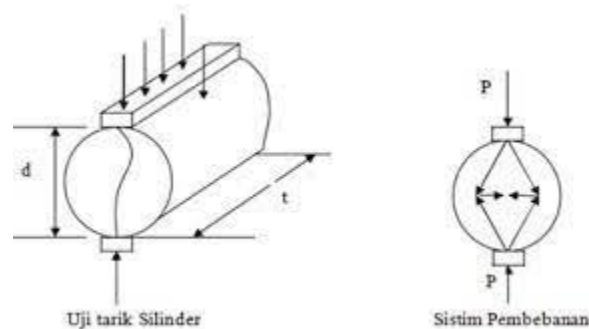


Gambar 2. 1 : Kerucut Abrams

## 2.6 Kuat Tarik Belah

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% - 15% dari kuat tekannya (Pandaleke and Dapas 2016).

Nilai kuat tarik belah beton diperoleh dari hasil pembebanan benda uji silinder yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (Badan Standar Nasional Indonesia 2002).



Gambar 2. 2 : Pengujian kuat tarik belah beton

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Menurut hasil penelitian Era Rizky, Agustin Gunawan, dan Yuzuar Afrizal menyatakan bahwa Kuat tarik belah beton dengan penambahan serat kulit pinang dan serbuk kayu pada beton variasi mengalami kenaikan terhadap kuat tarik belah

beton normal pada variasi 0,25% dan 0,5% yaitu sebesar 3,002 MPa atau 12,272% dan 2,790 MPa atau 4,369%, namun pada variasi 0,75% dan 0,5% menurun.

Menurut hasil penelitian Sarmadika, dan Artana Kuat tarik belah beton ringan dengan serbuk kayu bayur sebagai pengganti sebagian pasir sebesar 5% sebesar 1.10 MPa. Kuat tarik belah beton penggantian pasir 5% (Serbuk Kayu Bayur 2.5% dan Serat Serabut Kelapa 2.5%) mengalami peningkatan sebesar 0.06 MPa (6%). Kuat tarik belah beton penggantian pasir 5% (Serbuk Kayu Bayur 3% dan Serat Serabut Kelapa 2%) mengalami penurunan sebesar 0.11 MPa (10%). Kuat tarik belah beton penggantian pasir 5% (Serbuk Kayu Bayur 2% dan Serat Serabut Kelapa 3%) mengalami penurunan sebesar 0.68 MPa (62%).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian Umum**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang melakukan suatu proses atau percobaan untuk mendapatkan data dan menganalisa data yang diperoleh. Dalam penelitian ini metodologi berfungsi sebagai panduan kegiatan dalam pengumpulan data.

#### **3.2 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data**

##### **3.2.1 Data Primer**

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

- a. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969:2016)
- c. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970:2016)
- d. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971:2011)
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat (SNI 03-4141, 1996)
- f. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973:2008)
- g. Perencanaan campuran beton (mix design) (SNI 2847:2013)
- h. Kekentalan adukan beton segar (slump) (SNI 1972:2008)
- i. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011)
- j. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 03-2495, 1991)
- k. Uji kuat tarik belah beton (SNI 03-2941-2002)

##### **3.2.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 7656:2012 serta buku-buku SNI lainnya

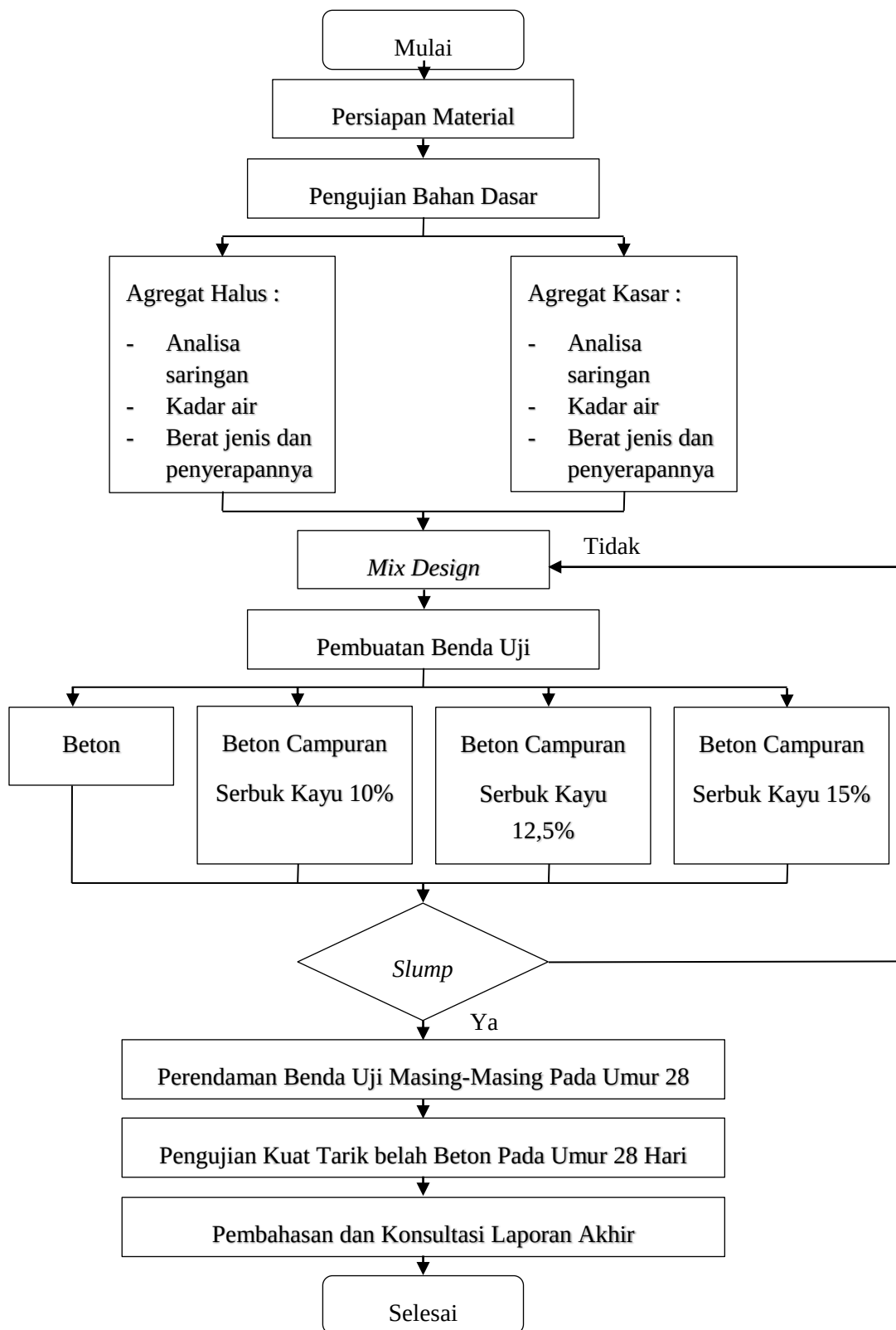
yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Metode penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji terlebih dahulu di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan serbuk kayu sebagai bahan campuran agregat halus dengan variasi 10%, 12,5%, dan 15% dari agregat halus yang digunakan, dengan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan maka dapat dilakukan pengujian material, pengujian material mencakup seluruh bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, pengujian semen, pengujian air dan serbuk kayu sebagai bahan pengganti agregat halus dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai kuat tarik belah dalam beton.

Jika semua tahap di atas telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *mix design*. Pada tahap ini semua bahan yang sudah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya. Pada penelitian ini, *mix design* dibuat dalam dua variasi yaitu beton normal dan beton campuran serbuk kayu. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk silinder sebanyak 12 buah yang akan diuji pada umur beton 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yaitu kuat tarik belah beton, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut akan menjadi kesimpulan pada penelitian yang dilakukan.

Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tahapan Singkat Penelitian

### 3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton atau literatur dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing.

## 3.3 Pelaksanaan Penelitian

### 3.3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Dengan estimasi waktu penelitian dilakukan selama 2 bulan.

### 3.3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen. Rancangan penelitian ini menggunakan campuran serbuk kayu dengan persentase 0%, 10%, 12,5%, dan 15%. Benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk silinder untuk menguji kuat tarik belah beton. Jumlah sampel penelitian sebanyak 12 buah dengan umur 28 hari. Untuk lebih jelasnya persentase serbuk pada pembuatan benda uji kuat tarik belah beton akan disajikan ke dalam bentuk tabel seperti di bawah ini.

Tabel 3. 1: Variasi campuran beton

| No.    | Kode Benda Uji | Agregat Kasar | Agregat Halus | Serbuk Kayu | Jumlah Benda Uji |
|--------|----------------|---------------|---------------|-------------|------------------|
| 1      | BTN            | 100%          | 100%          | 0%          | 3                |
| 2      | BSK 10%        | 100%          | 90%           | 10%         | 3                |
| 3      | BSK 12,5%      | 100%          | 87,5%         | 12,5%       | 3                |
| 4      | BSK 15%        | 100%          | 85%           | 15%         | 3                |
| Jumlah |                |               |               |             | 12               |

Keterangan :

BTN = Beton Normal

BSK = Beton Serbuk Kayu

### **3.4 Alat Dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka dalam penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Satu set saringan agregat halus, yaitu : No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan. Sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1 1/2", 3/4", 3/8", dan No.4.
2. Timbangan digital  
Berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Oven  
Berfungsi sebagai alat untuk mengeringkan sampel bahan.
4. Wadah atau ember  
Berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.
5. Mesin aduk beton (molen)  
Berfungsi untuk membuat campuran adonan beton.
6. Kerucut Abrams  
Berfungsi untuk menguji slump.
7. Tongkat penumbuk  
Berfungsi untuk memadatkan benda uji.
8. Penggaris  
Berfungsi untuk mengukur tinggi slump.
9. Cetakan balok  
Berfungsi untuk mencetak benda uji.
10. Plastik

Sebagai wadah agregat.

11. Sekop Tangan

Berfungsi untuk mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam cetakan.

12. Sendok semen

Berfungsi untuk meratakan adonan beton.

13. Pan

Berfungsi untuk wadah campuran beton.

14. Loading frame

Merupakan alat untuk menguji kuat geser beton.

15. Plat konus besi

Berfungsi sebagai tumpuan pada benda uji.

### 3.4.2 **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang PC (Portland Cement) tipe I.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang berasal dari pasir sungai Binjai, Sumatera Utara.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu kerikil yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara.

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Serbuk Kayu

Serbuk kayu yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu jati.

### **3.5 Persiapan Penelitian**

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai di lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah 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.

### **3.6 Pemeriksaan Agregat**

Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus bertujuan untuk mengetahui kelayakan agregat untuk bahan percampuran dan pembentukan beton. Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium beton mengikuti panduan SNI tentang pemeriksaan agregat.

#### **3.6.1 Analisa Saringan**

Analisa saringan adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir agregat dan untuk menentukan pembagian gradasi agregat halus dan agregat kasar.

Gradasi agregat adalah distribusi butiran-butiran dari agregat. Gradasi baik adalah campuran agregat dengan ukuran butiran yang terdistribusikan dengan merata. Ukuran butiran agregat bergradasi baik disebut juga dengan agregat bergradasi rapat. Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI ASTM C136:2012 serta mengikuti panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang uji analisa saringan. Prosedur percobaan analisa saringan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Bersihkan agregat yang akan diuji kemudian keringkan dengan oven.
3. Bersihkan masing-masing saringan yang akan digunakan lalu timbang berat dari masing-masing saringan (W1).

4. Susunlah saringan mulai dari ukuran saringan yang paling besar lalu tuangkan benda uji pada saringan tersebut dan mulai mengayak.
5. Setelah diayak, masing-masing saringan ditimbang kembali ( $W_2$ ) dan diperoleh berat benda uji yang tertahan di setiap saringan.

### 3.6.2 Berat Jenis Agregat Kasar

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (Saturated Surface Dry), berat jenis semu (Apparent), berat jenis kering oven (Bulk), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran pada beton.

Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3. 2: Rumus menghitung berat jenis agregat halus

| Perhitungan                                  | Notasi                                        |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Berat jenis curah ( $S_d$ )                  | $\frac{A}{(B + S - C)}$                       |
| Berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) | $\frac{S}{(B + S - C)}$                       |
| Berat jenis semu ( $S_a$ )                   | $\frac{A}{(B + A - C)}$                       |
| Penyerapan air ( $S_w$ )                     | $\left[ \frac{S - A}{A} \right] \times 100\%$ |

Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat piknometer berisi (gr)

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

S = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1970:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Prosedur percobaan berat jenis agregat halus dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Keringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Masukkan agregat halus ke dalam cetakan kerucut pasir lalu padatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Masukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu timbang dan catat hasilnya.
5. Buanglah air dari piknometer.
6. Masukkan contoh agregat ke dalam piknometer lalu isilah piknometer dengan air sampai penuh.
7. Goyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Tambahkan air sampai setengah lalu panaskan piknometer dengan spiritus  $\pm 15$  menit dan 5 menit dipanaskan setelah itu diguncang selama 1 menit. Lakukan sampai 3 kali.
9. Rendamlah piknometer ke dalam ember berisi air selama  $\pm 24$  jam.
10. Setelah direndam maka angkat piknometer dan timbang beratnya.

### **3.6.3 Berat Jenis Agregat Kasar**

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (Saturated Surface Dry), berat jenis semu (Apparent), berat jenis kering oven (Bulk), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton. Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3. 3: Rumus menghitung berat jenis agregat kasar

| Perhitungan                                  | Notasi                                        |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Berat jenis curah ( $S_d$ )                  | $\frac{A}{(B - C)}$                           |
| Berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) | $\frac{B}{(B - C)}$                           |
| Berat jenis semu ( $S_a$ )                   | $\frac{A}{(A - C)}$                           |
| Penyerapan air ( $S_w$ )                     | $\left[ \frac{B}{B - A} \right] \times 100\%$ |

Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

C = Berat benda uji dalam air (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1969:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Prosedur percobaan berat jenis agregat kasar dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Siapkan alat dan bahan
2. Cuci sampel untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat kasar
3. Keringkan agregat kasar dalam oven pada suhu 110°C selama  $\pm 24$  jam
4. Setelah 24 jam, keluarkan sampel untuk didinginkan sehingga mencapai suhu ruang
5. Lakukan perendaman terhadap sampel yang telah didinginkan
6. Keluarkan sampel yang telah direndam, lalu lap sampel sampai kering, sehingga sampel dinyatakan dalam kondisi *SSD* (*saturated surface dry*)
7. Timbanglah sampel yang telah dilap, melalui proses ini akan didapatkan berat jenuh (B)

8. Siapkan keranjang yang akan digunakan untuk penimbangan sampel di dalam air
9. Isi keranjang tersebut dengan air
10. Masukkan sampel kedalam keranjang
11. Lakukan pembacaan berat sampel didalam air pada neraca (C)

#### 3.6.4 Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah ataupun berat kering. Jumlah air yang terkandung dalam agregat perlu diketahui karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton. Perhitungan kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

P = Kadar air benda uji (%)

W<sub>1</sub> = Massa benda uji (gr)

W<sub>2</sub> = Massa benda uji Kering oven (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI 1971:2011 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air. Prosedur percobaan kadar air adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan untuk mewakili sejumlah besar bahan (agregat) yang akan digunakan.
3. Masukkan contoh bahan ke dalam wadah dan ditimbang.
4. Keringkan contoh bahan sampai berat konstan ke dalam oven selama ±24 jam dengan suhu ±105°C.
5. Keluarkan contoh bahan dari oven dan dinginkan dalam suhu ruangan kemudian ditimbang.

### 3.6.5 Berat Isi Agregat

Berat isi disebut juga dengan berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan campuran beton, apabila jumlah bahan ditakan dengan ukuran volume. Besar kecilnya berat agregat tergantung pada berat butiran agregat maka semakin besar pula berat isi agregat dan sebaliknya. Karena berat isi agregat berbanding lurus dengan berat butir agregat sedangkan semakin besar volume agregat maka semakin kecil berat isi agregat karena berat isi agregat berbanding terbalik dengan besarnya volume agregat. Berat volume agregat ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur dan berat volume padat.

Berat volume gembur merupakan perbandingan berat agregat dengan volume sedangkan berat volume padat adalah perbandingan berat agregat dalam keadaan padat dengan volume. Perhitungan berat isi agregat dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.2)$$

Keterangan:

$W_3$  = Berat contoh ( $W_3 = W_1 - W_2$ ) (gr)

$W_2$  = Berat wadah (gr)

$W_1$  = Berat contoh dan wadah (gr)

$V$  = Volume wadah (cm<sup>3</sup>)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1973:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Prosedur percobaan berat isi agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menimbang dan mencatat berat wadah.
3. Mengukur tinggi dan berat wadah.
4. Mencari volume wadah.
5. Mengisi wadah dengan agregat setinggi 1/3 dari wadah kemudian merojoknya 25 kali lalu isi 1/3 lagi dan merojoknya 25 kali kemudian isi penuh wadah.

6. Meratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
7. Menimbang dan mencatat berat wadah beserta isi.
8. Menghitung berat isi.

#### **3.6.6 Kadar Lumpur Agregat**

Pemeriksaan kadar lumpur agregat dilakukan dengan tujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kandungan lumpur yang berlebihan akan mengakibatkan ikatan agregat dengan semen akan rapuh sehingga kuat tekan beton tidak akan diperoleh.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 03-4141, 1996 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat. Prosedur percobaan kadar lumpur agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan sampel agregat kasar dan agregat halus.
3. Menyaring benda uji dengan saringan.
4. Menimbang benda uji.
5. Mencuci contoh bahan dengan air bersih lalu jemur hingga berat konstan. Kemudian menimbanginya kembali.
6. Mengayak agregat halus dan agregat kasar.
7. Menyiapkan bahan.
8. Memindahkan contoh bahan ke dalam wadah kemudian memasukkannya ke dalam oven dengan suhu  $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
9. Menimbang berat contoh sesudah di oven.
10. Mencatat berat.

#### **3.7 Mix Design**

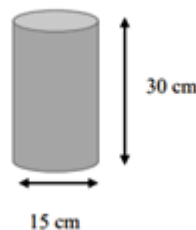
Mix design dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan dan seekonomis mungkin.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 2847:2013 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang mix design.

### 3.8 Pembuatan Benda Uji

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 12 buah, dengan rincian sebagai berikut:

1. Beton normal, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
2. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 10% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
3. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 12,5% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
4. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 15% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.



Gambar 3. 2: Benda uji beton silinsder

### 3.9 Pengujian *Slump*

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan dan workability suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat. Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1972, 2008).

Dalam suatu adukan atau campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena akan menentukan tingkat workability. Campuran beton yang terlalu cair

akan menyebabkan mutu beton yang rendah dan akan lama mengeringnya. Bentuk slump akan berbeda sesuai kadar airnya yaitu sebagai berikut.

1. Collapse atau runtuh

Keadaan ini disebabkan karena kandungan airnya terlalu banyak sehingga campuran beton dalam cetakan mengalami collapse.

2. True atau benar

Pada keadaan ini, bagian atas sebagian tertahan, sebagian runtuh sehingga berbentuk miring.

Alat uji slump beton harus berupa cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta beton. Ketebalan logam tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm. Cetakan uji slump harus berbentuk kerucut terpancang dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 107 mm, tinggi 305 mm.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1972:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang slump test. Prosedur percobaan slump test adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Letakkan kerucut abrams di atas papan.
3. Menekan pegangan dasar kerucut dengan kaki dan posisi yang membungkuk.
4. Mengisi kerucut dengan adukan beton sebanyak  $\frac{1}{3}$  tinggi kerucut, lalu merojoknya dengan batang baja 25 kali di tempat yang berlainan. Mengisi lagi  $\frac{2}{3}$  tinggi kerucut dan merojoknya 25 kali. Mengisi kerucut dengan adukan beton sampai penuh. Merojoknya 25 kali lalu ratakan permukaannya.
5. Tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut secara vertical dengan hati-hati sampai adukan beton terlepas.
6. Mengukur tinggi adukan beton dengan penggaris.
7. Selisih tinggi antara adukan beton dengan tinggi kerucut merupakan nilai slump.
8. Jika nilai slump yang didapat  $<3-6$  cm maka belum memenuhi syarat yang ditetapkan.
9. Ulangi lagi langkah 4-10 jika belum memenuhi syarat.

### 3.10 Perendaman Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan maka dilakukan perawatan benda uji dengan perendaman dalam air sampai uji kuat geser dilakukan, yaitu pada umur 28 hari

### 3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian Kuat Tarik Belah dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-2491-2002). Pemberian tanda pada benda uji tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial P yang sama. Sebagai alternatif dapat digunakan alat bantu penandaan garis tengah berbentuk T pada kedua ujung benda tersebut. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L} \quad (3.3)$$

Keterangan :

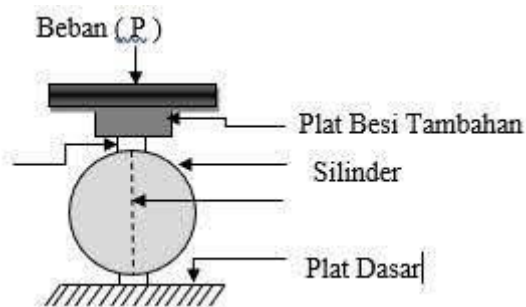
$F_{ct}$  = kuat tarik belah (MPa)

$P$  = beban pada waktu belah (N)

$d$  = diameter benda uji silinder (mm)

$L$  = panjang benda uji silinder (mm)

$\pi$  = Phi



Gambar 3. 3: Pengujian kuat tarik belah beton.

## **BAB 4**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **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 Agregat**

Pada pemeriksaan agregat, baik agregat halus maupun kasar dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

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

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu pasir Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

##### **4.3.1 Pengujian Analisa Saringan**

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada 4.1 dibawah ini.

Tabel 4. 1 : Hasil pengujian analisa agregat halus

| Saringan             | Massa tertahan | Jumlah tertahan | Persentase kumulatif (%) |           | Spesifikasi |
|----------------------|----------------|-----------------|--------------------------|-----------|-------------|
|                      |                |                 | Tertahan (c)             | Lolos (d) |             |
| mm (inci)            | Gram (a)       | Gram (b)        |                          |           |             |
| 76.2 mm (3 inci)     |                |                 |                          |           |             |
| 63.5 mm (2 1/2 inci) |                |                 |                          |           |             |
| 50.8 mm (2 inci)     |                |                 |                          |           |             |
| 36.1 mm (1 1/2 inci) |                |                 |                          |           |             |
| 25.4 mm (1 inci)     |                |                 |                          |           |             |
| 19.1 mm (3/4 inci)   |                |                 |                          |           |             |
| 12.7 mm (1/2 inci)   |                |                 |                          |           |             |
| 9.52 mm (3/8 inci)   |                |                 | 0                        | 100       |             |
| 4.75 mm (No. 4)      | 9              | 9               | 1,8                      | 98,2      |             |
| 2.36 mm (No. 8)      | 20             | 29              | 5,8                      | 94,2      |             |
| 1.18 mm (No. 16)     | 34             | 63              | 12,6                     | 87,4      |             |
| 0.6 mm (No. 30)      | 40             | 103             | 20,6                     | 79,4      |             |
| 0.3 mm (No. 50)      | 385            | 488             | 97,6                     | 2,4       |             |
| 0.15 mm (No. 100)    | 6              | 494             | 98,8                     | 1,2       |             |
| 0.075 mm (No. 200)   | 4              | 498             | 99,6                     | 0,4       |             |
| Pan                  | 2              | 500             | 100                      | 0         |             |
| Modulus Kehalusan :  |                |                 | 237                      | 2,37      |             |

Berdasarkan tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{237}{100} \\
 &= 2,37
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 2,37. Nilai ini memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM C.33-97 yaitu 2,3-3,1.

#### 4.3.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

|                                             | Benda uji ke 1 | Benda uji ke 2 |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
| Massa wadah + benda uji                     | 1026           | 1100           |
| Massa wadah                                 | 526            | 526            |
| Massa benda uji (W1)                        | 500            | 574            |
| Massa wadah + benda uji                     | 1014           | 1091           |
| Massa wadah                                 | 526            | 526            |
| Massa benda uji kering oven (W2)            | 488            | 565            |
| Kadar air total (P)<br>$((W1-W2)/W2)*100\%$ | 2,46           | 1,59           |
| Kadar air total (P) rata-rata               | 2,03           |                |

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,46% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,59%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,03%.

#### 4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1970:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air

| Pengujian                                                        | Notasi | I    | II   | Satuan |
|------------------------------------------------------------------|--------|------|------|--------|
| Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan                   | S      | 500  | 500  | gram   |
| Berat benda uji kering oven                                      | A      | 490  | 491  | gram   |
| Berat piknometer yang berisi air                                 | B      | 672  | 672  | gram   |
| berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan | C      | 1003 | 1011 | gram   |

Table 4.3 : Lanjutan.

| Perhitungan                             | Persamaan         | I    | II   | Rata-rata |
|-----------------------------------------|-------------------|------|------|-----------|
| Berat jenis curah (Sd)                  | $A/(B+S-C)$       | 2,90 | 3,05 | 2,97      |
| Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss) | $S/(B+S-C)$       | 2,96 | 3,11 | 3,03      |
| Berat jenis semu (Sa)                   | $A/(B+A-C)$       | 3,08 | 3,23 | 3,16      |
| Penyerapan air (Aw)                     | $((S-A)/A)*100\%$ | 2,04 | 1,83 | 1,94      |

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,96 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,11 gr/cm<sup>3</sup>, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S<sub>s</sub>) sebesar 3,03 gr/cm<sup>3</sup>. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 2,04% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,83%, sehingga rata-rata penyerapan air (S<sub>w</sub>) rata-rata 1,94%.

#### 4.3.4 Berat Isi Agregat

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973-2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini. Tabel 4. 4: Hasil perhitungan berat isi agregat halus

| Agregat Halus     | Notasi | Lepas   | Rojok   | Goyang  | Satuan |
|-------------------|--------|---------|---------|---------|--------|
| Berat wadah + isi | 1      | 5050    | 5301    | 6187    | gram   |
| Berat wadah       | 2      | 1764    | 1764    | 1764    | gram   |
| volume wadah      | 3      | 3315,84 | 3315,84 | 3315,84 | cm3    |

|                  | Persamaan | I    | II   | III  | Satuan   |
|------------------|-----------|------|------|------|----------|
| Berat contoh (4) | (1-2)     | 3286 | 3537 | 4423 | gram     |
| Berat isi        | (3/4)     | 0,99 | 1,07 | 1,33 | gram/cm3 |
| Rata-rata        | 1,13      |      |      |      | gram/cm3 |
|                  | 1130,53   |      |      |      | kg/m3    |

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 0,99 gr/cm<sup>3</sup>, cara rojok sebesar 1,07 gr/cm<sup>3</sup>, dan cara goyang sebesar 1,33 gr/cm<sup>3</sup>. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,13 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.3.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada (SNI 30-4142-1996). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4. 5: Hasil pengujian kadar lumpur

| Agregat Halus Lolos Saringan No.4 | Notasi | I    | II   | Satuan |
|-----------------------------------|--------|------|------|--------|
| Berat wadah + isi                 | W1     | 1093 | 1081 | gram   |
| Berat wadah                       | W2     | 504  | 536  | gram   |
| Berat contoh kering + Wadah       | W4     | 1078 | 1071 | gram   |

| Perhitungan                                      | Persamaan     | I    | II   | Rata-rata |
|--------------------------------------------------|---------------|------|------|-----------|
| Berat kering contoh awal (W3)                    | W1-W2         | 589  | 545  | 567,00    |
| Berat kering contoh setelah dicuci (W5)          | W4-W2         | 574  | 535  | 554,50    |
| Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6) | W3-W5         | 15   | 10   | 12,50     |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 | $(W6/W3)*100$ | 2,55 | 1,83 | 2,19      |

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,55% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,83%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,19%.

#### 4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu batu pecah Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

##### 4.4.1 Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4. 6: Hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar

| Saringan<br>mm (inci)  | Massa<br>tertahan | Jumlah<br>tertahan | Persentase kumulatif<br>(%) |              | Spesifikasi |
|------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|--------------|-------------|
|                        | Gram<br>(a)       | Gram<br>(b)        | Tertahan<br>(c)             | Lolos<br>(d) |             |
| 76.2 mm (3 inci)       |                   |                    |                             |              |             |
| 63.5 mm (2 1/2 inci)   |                   |                    |                             |              |             |
| 50.8 mm (2 inci)       |                   |                    |                             |              |             |
| 36.1 mm (1 1/2 inci)   |                   |                    |                             |              |             |
| 25.4 mm (1 inci)       |                   |                    | 0,00                        | 100,00       |             |
| 19.1 mm (3/4 inci)     | 3301              | 3301               | 63,91                       | 36,09        |             |
| 12.7 mm (1/2 inci)     | 1356              | 4657               | 90,16                       | 9,84         |             |
| 9.52 mm (3/8 inci)     | 112               | 4769               | 92,33                       | 7,67         |             |
| 4.75 mm (No. 4)        | 76                | 4845               | 100,00                      | 0,00         |             |
| 2.36 mm (No. 8)        | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| 1.18 mm (No. 16)       | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| 0.6 mm (No. 30)        | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| 0.3 mm (No. 50)        | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| 0.15 mm (No. 100)      | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| 0.075 mm (No. 200)     | -                 |                    | 100,00                      | 0,00         |             |
| Pan                    | 320               | 5165               | 100,00                      | 0,00         |             |
| Modulus<br>Kehalusan : | 5165              | -                  | 846                         | 8,46         |             |

Berdasarkan tabel 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{846}{100} \\
 &= 8,46
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 8,46. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan ASTM C.33-97, yaitu 6-7 sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

#### 4.4.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4. 7: Hasil perhitungan kadar air agregat kasar

|                         | Benda uji ke 1 | Benda uji ke 2 |
|-------------------------|----------------|----------------|
| Massa wadah + benda uji | 3526           | 3926           |
| Massa wadah             | 526            | 526            |
| Massa benda uji (W1)    | 3276           | 3403           |

|                                  |      |      |
|----------------------------------|------|------|
| Massa wadah + benda uji          | 3750 | 3880 |
| Massa wadah                      | 526  | 526  |
| Massa benda uji kering oven (W2) | 3224 | 3354 |

|                                             |      |      |
|---------------------------------------------|------|------|
| Kadar air total (P)<br>$((W1-W2)/W2)*100\%$ | 1,61 | 1,46 |
| Kadar air total (P) rata-rata               | 1,54 |      |

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 1,61% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,46%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 1,54%.

#### 4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1969:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4. 8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

| Pengujian                                       | Notasi | I    | II   | Satuan |
|-------------------------------------------------|--------|------|------|--------|
| Berat benda uji kering oven                     | A      | 3060 | 3101 | gram   |
| berat benda uji jenuh kering permukaan di udara | B      | 3095 | 3133 | gram   |
| berat benda uji di dalam air                    | C      | 2140 | 2190 | gram   |

Lanjutan table 4.8

| Perhitungan                                  | Persamaan         | I    | II   | Rata-rata |
|----------------------------------------------|-------------------|------|------|-----------|
| Berat jenis curah ( $S_d$ )                  | $A/(B-C)$         | 3,20 | 3,29 | 3,25      |
| Berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) | $B/(B-C)$         | 3,24 | 3,32 | 3,28      |
| Berat jenis semu ( $S_a$ )                   | $A/(A-C)$         | 3,33 | 3,40 | 3,37      |
| Penyerapan air ( $S_w$ )                     | $((B-A)/A)*100\%$ | 1,14 | 1,03 | 1,09      |

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar  $3,24 \text{ gr/cm}^3$  sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar  $3,32 \text{ gr/cm}^3$ , maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) sebesar  $3,28 \text{ gr/cm}^3$ . Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 1,14% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,03%, sehingga rata-rata penyerapan air ( $S_w$ ) rata-rata 1,09%.

#### 4.4.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973-2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.  
Tabel 4. 9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar

| Agregat Halus     | Notasi | Lepas              | Rojok              | Goyang  | Satuan |
|-------------------|--------|--------------------|--------------------|---------|--------|
| Berat wadah + isi | 1      | 5963               | 6567               | 6373    | gram   |
| Berat wadah       | 2      | 1764               | 1764               | 1764    | gram   |
| volume wadah      | 3      | $\frac{3315,8}{4}$ | $\frac{3315,8}{4}$ | 3315,84 | cm3    |

|                  | Persamaan | I    | II   | III  | Satuan   |
|------------------|-----------|------|------|------|----------|
| Berat contoh (4) | (1-2)     | 4199 | 4803 | 4609 | gram     |
| Berat isi        | (3/4)     | 1,27 | 1,45 | 1,39 | gram/cm3 |
| Rata-rata        | 1,37      |      |      |      | gram/cm3 |
|                  | 1368,28   |      |      |      | kg/m3    |

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar  $1,27 \text{ gr/cm}^3$ , cara rojok sebesar  $1,45 \text{ gr/cm}^3$ , dan cara goyang sebesar  $1,39 \text{ gr/cm}^3$ . Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar  $1,37 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 4.4.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada **(SNI 30-4142-1996)**. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4. 10: Hasil pengujian kadar limpur agregat kasar

| Agregat Halus Lolos Saringan No.4 | Notasi | I    | II   | Satuan |
|-----------------------------------|--------|------|------|--------|
| Berat wadah + isi                 | W1     | 2994 | 2997 | gram   |
| Berat wadah                       | W2     | 494  | 494  | gram   |
| Berat contoh kering + Wadah       | W4     | 2977 | 2982 | gram   |

|                                                  | Persamaan     | I    | II   | Rata-rata |
|--------------------------------------------------|---------------|------|------|-----------|
| Berat kering contoh awal (W3)                    | W1-W2         | 2500 | 2503 | 2501,50   |
| Berat kering contoh setelah dicuci (W5)          | W4-W2         | 2483 | 2488 | 2485,50   |
| Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6) | W3-W5         | 17   | 15   | 16,00     |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 | $(W6/W3)*100$ | 0,68 | 0,60 | 0,64      |

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,68% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,60%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,64%.

#### 4.5 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat halus dan kasar selesai dilakukan, selanjutnya penulis akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4. 11: Perencanaan campuran beton

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Data pengujian     | Nilai  |
| Mutu beton rencana | 15 MPa |

Lanjutan tabel 4. 11

|                                        |                         |
|----------------------------------------|-------------------------|
| Standar Deviasi                        | 1,5254 Mpa              |
| Berat kering oven agregat kasar        | 1232 kg/cm <sup>3</sup> |
| Berat jenis semen tanpa tambahan udara | 3,15                    |
| Modulus kehalusan agregat halus        | 2,37                    |
| Berat jenis (ssd) agregat halus        | 3,03 gr/cm <sup>3</sup> |
| Berat jenis (ssd) agregat kasar        | 3,28 gr/cm <sup>3</sup> |
| Penyerapan air agregat halus           | 1,94%                   |
| Penyerapan air agregat kasar           | 1,09%                   |

Banyaknya masing-masing bahan per m<sup>3</sup> beton dihitung sebagai berikut:

1. Slump yang disyaratkan 75 mm sampai dengan 100 mm.
2. Agregat yang digunakan memiliki ukuran nominal maksimum 19 mm.
3. Beton yang dibuat adalah beton tanpa tambahan udara, karena beton tidak akan terkena paparan tingkat berat. Dari tabel 4.12, banyaknya air pencampuran untuk beton tanpa tambahan udara dengan slump 75 mm sampai dengan 100 mm dan besar butir agregat maksimum yang dipakai 19 mm adalah 205 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah

| <b>Air (kg/m<sup>3</sup>) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah</b> |             |              |            |            |              |            |            |             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|
| Slump<br>(mm)                                                                  | 9,5<br>(mm) | 12,7<br>(mm) | 19<br>(mm) | 25<br>(mm) | 37,5<br>(mm) | 50<br>(mm) | 75<br>(mm) | 150<br>(mm) |
| <b>Beton tanpa tambahan udara</b>                                              |             |              |            |            |              |            |            |             |
| 25-50                                                                          | 207         | 199          | 190        | 179        | 166          | 154        | 130        | 113         |
| 75-100                                                                         | 228         | 216          | 205        | 193        | 181          | 169        | 145        | 124         |
| 150-175                                                                        | 243         | 228          | 216        | 202        | 190          | 178        | 160        | -           |
| >175*                                                                          | -           | -            | -          | -          | -            | -          | -          | -           |

Lanjutan table 4.12

| banyaknya udara dalam beton (%)                                                     | 3   | 2,5 | 2   | 1,5 | 1   | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Beton dengan tambahan udara</b>                                                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 25-50                                                                               | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 75-100                                                                              | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 150-175                                                                             | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | -   |
| <u>&gt;175*</u>                                                                     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <u>Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut :</u> |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <u>ringan (%)</u>                                                                   | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
| <u>sedang (%)</u>                                                                   | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |
| <u>berat</u>                                                                        | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 |

4. Rasio air-semen untuk beton berkekuatan 15 Mpa adalah 0,79 berdasarkan tabel 4.12.

Tabel 4. 13: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton

| Kekuatan beton umur 28 hari, Mpa* | Rasio air semen (berat)    |                             |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                   | Beton tanpa tambahan udara | Beton dengan tambahan udara |
| 40                                | 0,42                       | -                           |
| 35                                | 0,47                       | 0,39                        |
| 30                                | 0,54                       | 0,45                        |
| 25                                | 0,61                       | 0,52                        |
| 20                                | 0,69                       | 0,60                        |
| 15                                | 0,79                       | 0,70                        |

5. Dari data yang diperoleh di langkah 3 dan langkah 4, banyaknya kadar semen adalah  $205 / 0,79 = 259,49$  kg.

6. Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 4.14. Untuk agregat halus dengan modulus kehalusan 2,37 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar 0,66 m<sup>3</sup> untuk setiap m<sup>3</sup> beton.

Tabel 4. 14: Volume agregat kasar per satuan volume beton.

| Ukuran nominal agregat maksimum | Volume agregat kasar kering oven* persatuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus |      |      |      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| (mm)                            | 2,40                                                                                                         | 2,60 | 2,80 | 3,00 |
| 9,5                             | 0,50                                                                                                         | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 12,5                            | 0,59                                                                                                         | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 19                              | 0,66                                                                                                         | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 25                              | 0,71                                                                                                         | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 37,5                            | 0,75                                                                                                         | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 50                              | 0,78                                                                                                         | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 75                              | 0,82                                                                                                         | 0,80 | 0,78 | 0,76 |
| 150                             | 0,87                                                                                                         | 0,85 | 0,83 | 0,81 |

Dengan demikian, berat keringnya  $0,66 \times 1232 = 813,12$  kg

7. Dengan sudah diketahuinya jumlah air, semen, dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton adalah agregat halus dan udara yang akan terperangkap. Banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolut sebagai berikut:

Tabel 4. 15: Perkiraan awal berat beton segar

| Ukuran nominal maksimum agregat (mm) | Perkiraan awal berat beton, kg/m <sup>3</sup> |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
|                                      | Beton tanpa tambahan udara                    | Beton dengan tambahan udara |
| 9,5                                  | 2280                                          | 2200                        |
| 12,5                                 | 2310                                          | 2230                        |
| 19                                   | 2345                                          | 2275                        |
| 25                                   | 2380                                          | 2290                        |
| 37,5                                 | 2410                                          | 2350                        |
| 50                                   | 2445                                          | 2345                        |
| 75                                   | 2490                                          | 2405                        |
| 150                                  | 2530                                          | 2435                        |

Dari tabel 4.15, massa 1 m<sup>3</sup> beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 kg. Untuk campuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai ini akibat adanya perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah:

|               |   |            |
|---------------|---|------------|
| Air           | : | 205 kg     |
| Semen         | : | 259,49 kg  |
| Agregat Kasar | : | 813,12 kg  |
| <hr/>         |   |            |
| Jumlah        | : | 1277,61 kg |

Maka, berat (massa) agregat halus :  $2345 - 1277,61 = 1067,39$  kg

## 7.2 Atas dasar volume absolut

Dengan jumlah air, semen dan agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1 persen diberikan dalam tabel 4.12 (berlawanan dengan udara yang ditambahkan), maka agregat halus dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Volume air} = 205 / 1000 = 0,205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume padat semen} = 259,49 / (3,15 \times 1000) = 0,082 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolut agregat kasar} = 788,04 / (2,77 \times 1000) = 0,248 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 1\% \times 1 = 0,010 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah volume padat bahan selain agregat halus} = 0,205 + 0,082 + 0,248 + 0,010 = 0,545 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat halus dibutuhkan} = 1 - 0,545 = 0,455 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus kering yang dibutuhkan} = 0,393 \times 3,03 \times 1000^3 = 1378,75 \text{ m}^3$$

## 7.3 Perbandingan berat campuran satu meter kubik beton yang dihitung dengan dua cara perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel 4. 16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara

|                    | Berdasarkan perkiraan<br>massa beton (kg) | Berdasarkan<br>volume absolute (kg) |
|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Air (berat bersih) | 205                                       | 205                                 |
| Semen              | 259,49                                    | 259,49                              |
| Ag. Kasar (kering) | 813,12                                    | 813,12                              |
| Ag. Halus (kering) | 1067,39                                   | 1378,75                             |

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 1,54% pada agregat kasar dan 2,03% pada agregat halus. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi :

$$\text{Agregat kasar (basah)} = 813,12 \times (1 + 0,0154) = 825,62 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus (basah)} = 1067,39 \times (1 + 0,0203) = 1089,01 \text{ kg}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka:

$$\text{Air yang diberikan Ag. Kasar adalah } (1,54 - 1,09) = 0,45 \%$$

$$\text{Air yang diberikan Ag. Halus adalah } (2,03 - 1,94) = 0,09\%$$

Dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan:

$$205 - (813,12 \times 0,45\%) - (1067,39 \times 0,09\%) = 200,45 \text{ Kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m<sup>3</sup> beton dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4. 17: Hasil Perbandingan Bahan Campuran Beton

| <b>Semen</b> | <b>Pasir</b> | <b>Batu pecah</b> | <b>Air</b> |
|--------------|--------------|-------------------|------------|
| 259,49       | 1089,01      | 825,62            | 200,45     |
| 1            | 4,20         | 3,18              | 0,77       |

Maka jumlah yang dibutuhkan adalah  $W_c = 2374,57 \text{ kg}$

#### 4.6 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil perencanaan campuran beton, maka kebutuhan bahan untuk benda uji silinder sebagai berikut:

$$\text{Tinggi silinder} = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Diameter silinder} = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\ &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$

##### Beton Normal

|          | 1 benda uji | 3 benda uji |
|----------|-------------|-------------|
| Air      | = 1,0621 kg | 3,1864 kg   |
| Semen    | = 1,3750 kg | 4,1250 kg   |
| Ag.Kasar | = 4,3747 kg | 13,1242 kg  |
| Ag.Halus | = 5,7704 kg | 17,3112 kg  |
| Jumlah   | = 12,5823   |             |

##### Beton Serbuk Kayu 10%

|             | 1 benda uji | 3 benda uji |
|-------------|-------------|-------------|
| Air         | = 1,0621 kg | 3,1864 kg   |
| Semen       | = 1,3750 kg | 4,1250 kg   |
| Ag.Kasar    | = 4,3747 kg | 13,1242 kg  |
| Ag.Halus    | = 5,1934 kg | 15,5801 kg  |
| serbuk kayu | = 0,5770 kg | 1,7311 kg   |
| jumlah      | = 12,582 kg |             |

##### Beton serbuk kayu 12,5%

|             | 1 benda uji | 3 benda uji |
|-------------|-------------|-------------|
| Air         | = 1,0621 kg | 3,1864 kg   |
| Semen       | = 1,3750 kg | 4,1250 kg   |
| Ag.Kasar    | = 4,3747 kg | 13,1242 kg  |
| Ag.Halus    | = 5,0491 kg | 15,1473 kg  |
| serbuk kayu | = 0,7213 kg | 2,1639 kg   |
| jumlah      | = 12,582 kg |             |

#### Beton Serbuk Kayu 15%

|             | 1 benda uji | 3 benda uji |
|-------------|-------------|-------------|
| Air         | = 1,0621 kg | 3,1864 kg   |
| Semen       | = 1,3750 kg | 4,1250 kg   |
| Ag.Kasar    | = 4,3747 kg | 13,1242 kg  |
| Ag.Halus    | = 4,9048 kg | 14,7145 kg  |
| serbuk kayu | = 0,8656 kg | 2,5967 kg   |
| jumlah      | = 12,582    |             |

Kebutuhan bahan pada setiap variasi dapat dilihat pada tabel 4.18 dibawah ini untuk 3 benda uji

Tabel 4. 18: kebutuhan bahan pembuatan beton

| No | Kode benda uji | Semen (Kg) | Agregat halus      |                     | Agregat kasar (Kg) | Air (Kg) |
|----|----------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------|
|    |                |            | Pasir (Kg)         | Serbuk kayu ( Kg)   |                    |          |
| 1. | BTN            | 4,125      | 17,3115            | -                   | 13,1242            | 3,1864   |
| 2. | BSK 10%        | 4,125      | 15,5801<br>( 90% ) | 1,7311<br>( 10% )   | 13,1242            | 3,1864   |
| 3. | BSK 12,5%      | 4,125      | 15,1473<br>(87,5%) | 2,1639<br>( 12,5% ) | 13,1242            | 3,1864   |
| 4. | BSK 15%        | 4,125      | 14,7145<br>(85%)   | 2,5967<br>(15%)     | 13,1242            | 3,1864   |

Keterangan : BTN = Beton normal

BSK = Beton serbuk kayu

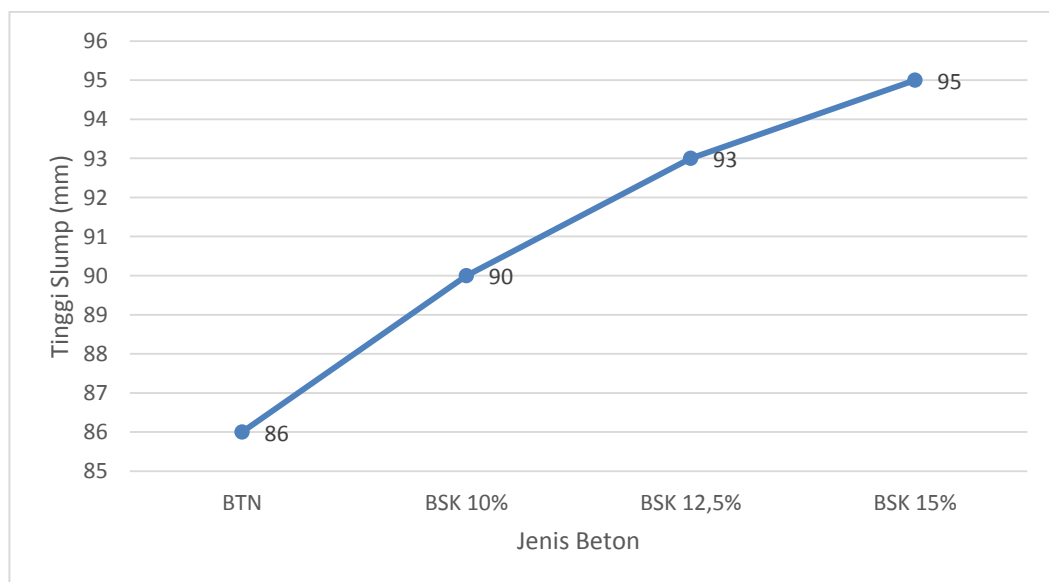
#### 4.7 Slump Test

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/rojukan 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. 19: Nilai slump test

| Jenis Beton | Nilai Slump (mm) |
|-------------|------------------|
| BTN         | 86               |
| BSK 10%     | 90               |
| BSK 12,5%   | 93               |
| BSK 15%     | 95               |



Gambar 4. 1: grafik nilai slump test

#### 4.8 Pengujian Kuat Tarik Belah

Dari data yang diperoleh pada tabel diatas, didapatkan nilai kuat tarik belah dan nilai kuat tarik rata-rata dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :

Rumus kuat Tarik Belah beton adalah  $f_t = \frac{2P}{\pi LD}$

Dimana :  $f_t$  = kuat Tarik belah beton

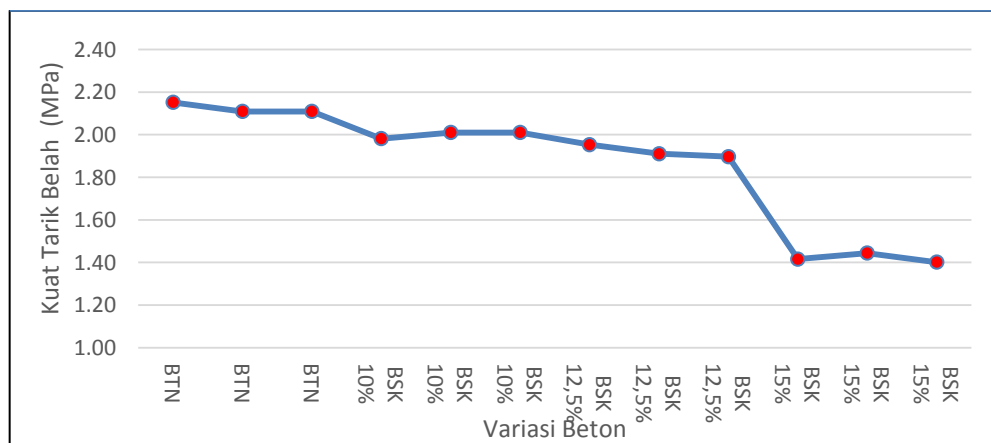
P = beban saat retakan

L = Panjang spesimen

D = diameter spesimen

Tabel 4. 20: Nilai kuat tarik belah beton

| Laporan Pengujian Tarik Belah Beton |           |             |                  |        |           |                  |                      |
|-------------------------------------|-----------|-------------|------------------|--------|-----------|------------------|----------------------|
| No                                  | Kode      | Umur (hari) | Ukuran Benda Uji |        | Beban (N) | Kuat tarik (Mpa) | Kuat Tarik Rata-rata |
|                                     |           |             | Diameter         | Tinggi |           |                  |                      |
| 1                                   | BTN       | 28          | 150              | 300    | 152000    | 2,15             | 2,12                 |
| 2                                   | BTN       | 28          | 150              | 300    | 149000    | 2,11             |                      |
| 3                                   | BTN       | 28          | 150              | 300    | 149000    | 2,11             |                      |
| 4                                   | BSK 10%   | 28          | 150              | 300    | 140000    | 1,98             | 2,00                 |
| 5                                   | BSK 10%   | 28          | 150              | 300    | 142000    | 2,01             |                      |
| 6                                   | BSK 10%   | 28          | 150              | 300    | 142000    | 2,01             |                      |
| 7                                   | BSK 12,5% | 28          | 150              | 300    | 138000    | 1,95             | 1,92                 |
| 8                                   | BSK 12,5% | 28          | 150              | 300    | 135000    | 1,91             |                      |
| 9                                   | BSK 12,5% | 28          | 150              | 300    | 134000    | 1,90             |                      |
| 10                                  | BSK 15%   | 28          | 150              | 300    | 100000    | 1,42             | 1,42                 |
| 11                                  | BSK 15%   | 28          | 150              | 300    | 102000    | 1,44             |                      |
| 12                                  | BSK 15%   | 28          | 150              | 300    | 99000     | 1,40             |                      |

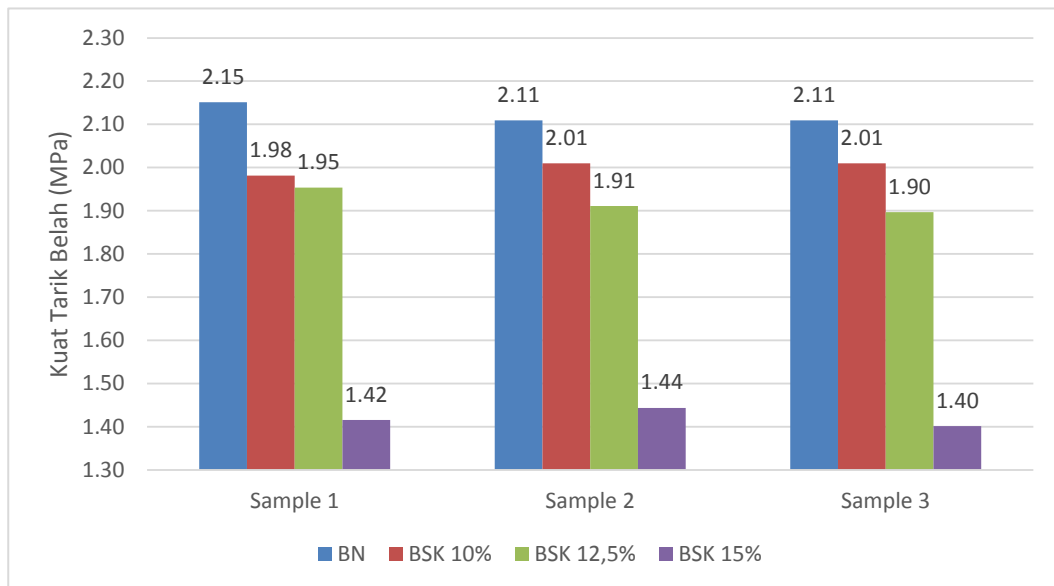


Gambar 4. 2: Grafik kuat tarik beton

Tabel 4. 21: Nilai perbandingan antar sampel

| No | Variasi | BN | BSK 10% | BSK 12,5% | BSK 15% |
|----|---------|----|---------|-----------|---------|
|----|---------|----|---------|-----------|---------|

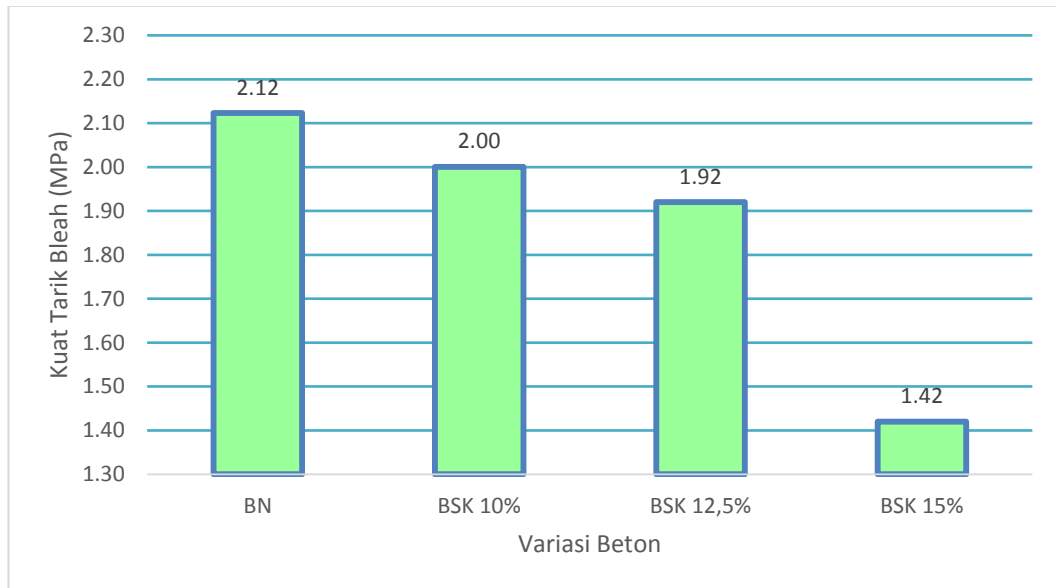
|   |          |      |      |      |      |
|---|----------|------|------|------|------|
| 1 | Sample 1 | 2,15 | 1,98 | 1,95 | 1,42 |
| 2 | Sample 2 | 2,11 | 2,01 | 1,91 | 1,44 |
| 3 | Sample 3 | 2,11 | 2,01 | 1,90 | 1,40 |



Gambar 4. 3: grafik perbandingan antar sampel

Tabel 4. 22: Nilai rata – rata kuat tarik belah beton

| No | Variasi   | Kuat Tarik Rata-rata | Selisih | %      |
|----|-----------|----------------------|---------|--------|
| 1  | BN        | 2,12                 |         |        |
| 2  | BSK 10%   | 2,00                 | 0,12    | 94,22% |
| 3  | BSK 12,5% | 1,92                 | 0,20    | 90,44% |
| 4  | BSK 15%   | 1,42                 | 0,70    | 66,89% |



Gambar 4. 4: Grafik rata-rata nilai kuat tarik belah beton

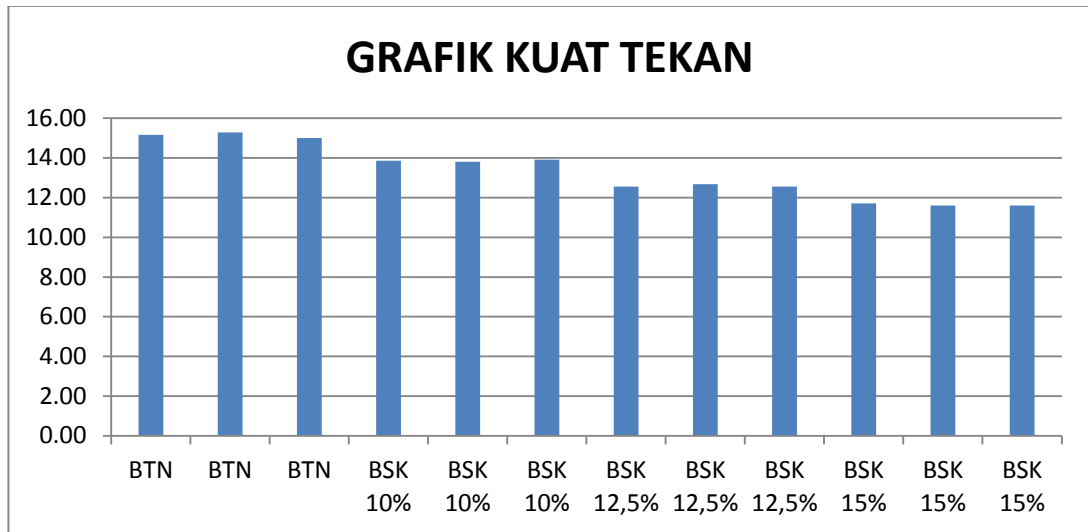
Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton, dapat dilihat variasi BSK 15% mengalami penurunan paling besar diantara variasi lainnya, yaitu sebesar 33% dibandingkan dengan beton normal. Pada variasi BSK 10% sudah mulai mengalami penurunan, yaitu sebesar 5,78% dibandingkan dengan beton normal.

#### 4.9 Pengujian Kuat Tekan

Dari data yang diperoleh pada tabel diatas, didapatkan nilai kuat tarik belah dan nilai kuat tekan rata-rata dalam bentuk diagram seperti dibawah ini :

Tabel 4. 23: Nilai kuat tekan beton

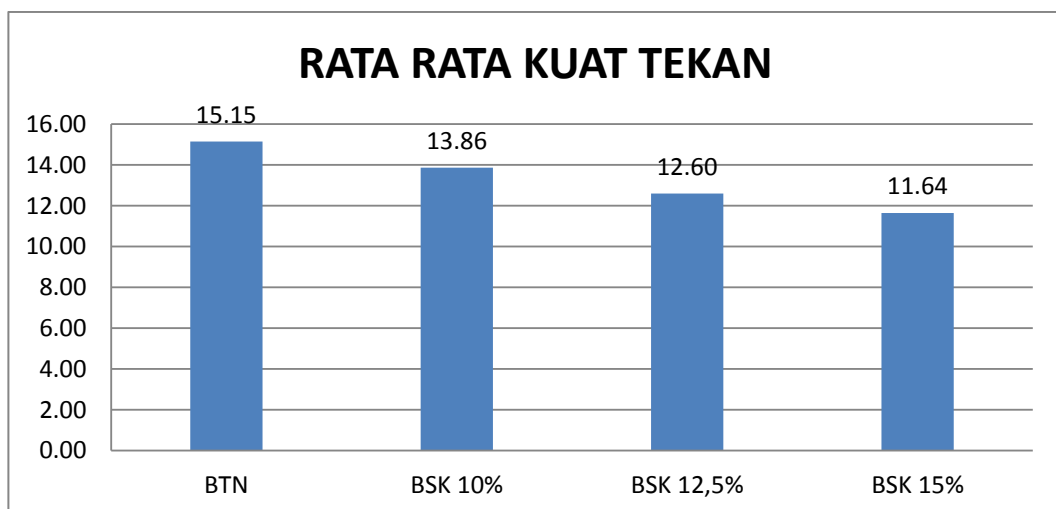
| LAPORAN HASIL UJI KUAT TEKAN |           |      |                  |        |                 |                               |                  |                   |
|------------------------------|-----------|------|------------------|--------|-----------------|-------------------------------|------------------|-------------------|
| NO                           | KODE      | UMUR | UKURAN BENDA UJI |        | BEBAN AKTUAL(N) | LUAS PENAMPANG MELINTANG (mm) | KUAT TEKAN (MPa) | RATA - RATA (MPa) |
|                              |           |      | Diameter         | Tinggi |                 |                               |                  |                   |
| 1                            | BTN       | 28   | 150              | 300    | 268000          | 17671,46                      | 15,17            | 15,15             |
| 2                            | BTN       | 28   | 150              | 300    | 270000          | 17671,46                      | 15,28            |                   |
| 3                            | BTN       | 28   | 150              | 300    | 265000          | 17671,46                      | 15,00            |                   |
| 4                            | BSK 10%   | 28   | 150              | 300    | 245000          | 17671,46                      | 13,86            | 13,86             |
| 5                            | BSK 10%   | 28   | 150              | 300    | 244000          | 17671,46                      | 13,81            |                   |
| 6                            | BSK 10%   | 28   | 150              | 300    | 246000          | 17671,46                      | 13,92            |                   |
| 7                            | BSK 12,5% | 28   | 150              | 300    | 222000          | 17671,46                      | 12,56            | 12,60             |
| 8                            | BSK 12,5% | 28   | 150              | 300    | 224000          | 17671,46                      | 12,68            |                   |
| 9                            | BSK 12,5% | 28   | 150              | 300    | 222000          | 17671,46                      | 12,56            |                   |
| 10                           | BSK 15%   | 28   | 150              | 300    | 207000          | 17671,46                      | 11,71            | 11,64             |
| 11                           | BSK 15%   | 28   | 150              | 300    | 205000          | 17671,46                      | 11,60            |                   |
| 12                           | BSK 15%   | 28   | 150              | 300    | 205000          | 17671,46                      | 11,60            |                   |



Gambar 4. 5: Grafik kuat tekan beton

Tabel 4. 24: Nilai rata – rata kuat tekan beton

| KODE      | RATA - RATA (MPa) | selisih | %   |
|-----------|-------------------|---------|-----|
| BTN       | 15,15             | 0       |     |
| BSK 10%   | 13,86             | 1,28    | 92% |
| BSK 12,5% | 12,60             | 2,55    | 83% |
| BSK 15%   | 11,64             | 3,51    | 77% |



Gambar 4. 6: grafik nilai rata-rata kuat tekan beton

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan, dapat dilihat pada variasi BSK 15% mengalami penurunan paling besar diantara variasi lainnya, yaitu sebesar 23% dibandingkan dengan beton normal. Pada variasi BSK 10% sudah mengalami penurunan, yaitu sebesar 8% dibandingkan dengan beton normal.

#### 4.10 Standar deviasi

Perhitungan standar deviasi sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\sum xi = 15,15 + 13,86 + 12,60 + 11,64 = 53,25$$

$$n = 4$$

Hitung rata-rata nilai kuat Tekan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{54,25}{4} = 13,3125$$

Hitung selisih antara nilai kuat tekan dengan nilai rata rata

$$\begin{aligned}(xi - \bar{x}) &= 15,15 - 13,3125 = 1,8375 \\ &= 13,86 - 13,3125 = 0,5475 \\ &= 12,60 - 13,3125 = -0,7125 \\ &= 11,64 - 13,3125 = -1,6725\end{aligned}$$

Kuadrat kan selisih nilai kuat tekan

$$\begin{aligned}(xi - \bar{x})^2 &= (1,8375)^2 = 3,3764 \\ &= (0,5475)^2 = 0,2997 \\ &= (-0,7125)^2 = 0,5075 \\ &= (-1,6725)^2 = 2,7972\end{aligned}$$

Maka,

$$\sum (xi - \bar{x})^2 = 3,3764 + 0,2997 + 0,5075 + 2,7972 = 6,9809$$

Sehingga,

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{6,9809}{4 - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{6,9809}{3}}$$

$$s = \sqrt{2,3269}$$
$$= 1,5254 \text{ mpa}$$

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Dari penelitian yang telah dilakukan, pengaruh serbuk kayu terhadap kuat tarik belah beton maupun kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang termasuk sangat rendah, hal ini dikarenakan serbuk kayu memiliki daya serap air yang cukup tinggi, yang menyebabkan beton memiliki waktu lebih lama untuk mengering.
2. Selisih nilai kuat tarik belah beton antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu BSK 10% adalah 0,12 . selisih beton normal dengan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu BSK 12,5% adalah 0,20 , dan pada BSK 15% adalah 0,70.
3. Selisih nilai kuat tekan beton antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu BSK 10% adalah 1,28 . selisih beton normal dengan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu BSK 12,5% adalah 2,55 , dan pada BSK 15% adalah 3,51.

#### **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 menggunakan serbuk kayu sebagai bahan pengganti agregat halus dengan bahan tambah terhadap kuat tekan maupun kuat tarik beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan serbuk kayu sebagai pengganti agregat yang lebih bervariasi, misalnya menggunakan *admixture* yang berbeda.
3. Dusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amilia, Rilley Augustin, and Utari Sriwijaya Minaka. 2022. "Analisis Pengaruh Serbuk Kayu Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton." *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil* 11(2): 210.
- Anggarini, Elia, Dyah Pradhitya Hardiani, Program Studi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, and Handil Bakti. 2024. "Pengaruh Penambahan Serbuk Galam Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal." 9(1): 1042–47.
- Hasanah, Era Rizky, Agustin Gunawan, and Yuzuar Afrizal. "KUAT TARIK BELAH BETON ( Kajian Terhadap Ukuran Agregat Maksimal 10 Mm )." 9(1).
- Herdiansyah, and mekar ria Pangaribuan. "Mix Design ),." 5(2): 11–19.
- I, standar nasional. 2002. "SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton." *Badan Standar Nasional Indonesia*: 14.
- Indonesia, Standar Nasional, and Badan Standardisasi Nasional. 2004. "Semen Portland Campur."
- Litha, Arni, Ibrahim Abduh, Kurnia Ilahi, A Raiza Amini, Dosen Jurusan, Teknik Elektro, Politeknik Negeri, et al. 2021. "Prosiding 5." (filtrat 1): 150–56.
- Nasional, Badan Standardisasi. 2013. "SNI-2847, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung." *Badan Standar Nasional Indonesia*: 265.
- Palian, Tria Mahyuni, Frans Phengkarsa, and Luciana Buarlele. 2023. "Pengaruh Limbah Serbuk Kayu Mahoni Sebagai Substitusi Agregat Halus Sebagai Campuran Beton." *Paulus Civil Engineering Journal* 5(1): 57–67.
- Pandaleke, Ronny, and Servie O Dapas. 2016. "PEMERIKSAAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN VARIASI AGREGAT." 6(2): 476–84.
- Polopadang, Jeremia, Marthin D J Sumajouw, Servie O Dapas, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam, Ratulangi Manado, Latar Belakang, and Penelitian Terdahulu. 2023. "Studi Eksperimental Kuat Tarik Lentur Beton Menggunakan Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus." 11(1): 11–16.
- Purwanto, Herri. 2021. "Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Gergaji Dan Kertas Terhadap Kuat Tekan Beton Tanpa Perlakuan Khusus." *Jurnal Deformasi* 6(1): 25.
- Sarmadika, I Nyoman Agus, I Wayan Artana, and I Wayan Muka. 2022. "Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton." *Widya Teknik* 17(01)
- Widiatmoko, Paskalis Aprilio, and Universitas Pendidikan Nasional. 2023. "Analisis Penambahan Serbuk Kayu Sebagai Kayu Sebagai Pengganti Terhadap Agregat Halus." 2(2): 82–92.
- Yusuf, Muhammad, Liana Herlina, Akbar Triandhika Budiman, M. Mubaarak

- Alvian, and Vindy Talahatu. 2022. "Penggunaan Serat Kayu Pinus Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal." *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)* 5(2): 24–29.
- Anggarini, Elia, Dyah Pradhitya Hardiani, Program Studi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, and Handil Bakti. 2024. "Pengaruh Penambahan Serbuk Galam Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal." 9(1): 1042–47.
- Hasanah, Era Rizky, Agustin Gunawan, and Yuzuar Afrizal. "KUAT TARIK BELAH BETON ( Kajian Terhadap Ukuran Agregat Maksimal 10 Mm )." 9(1).
- Polopadang, Jeremia, Marthin D J Sumajouw, Servie O Dapas, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam, Ratulangi Manado, Latar Belakang, and Penelitian Terdahulu. 2023. "Studi Eksperimental Kuat Tarik Lentur Beton Menggunakan Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus." 11(1): 11–16.
- Sarmadika, I Nyoman Agus, I Wayan Artana, and I Wayan Muka. 2022. "Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton." *Widya Teknik* 17(01): 1–73.
- Nasution, Bayu Indra, and Fahrizal Zulkarnain. 2022. "Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang Dan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tarik Beton." *Inersia, Jurnal Teknik Sipil* 8(Bengkulu): 22–28. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5644/4133>.
- Zulkarnain, Fahrizal, Irma Dewi, and Feri Iman Hasibuan. 2021. "Comparison of Compressive Strength and Wood Powder Absorption and Coffee Grade Aggregate With Uniform Grade." 3: 5043–52. <https://www.bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/2291/pdf>.
- Zulkarnain, Fahrizal. 2021. *Teknologi Beton*.

## LAMPIRAN









## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

|                       |                                                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Nama Lengkap          | : Andrian Dwi Putra                                                            |
| Tempat, Tanggal Lahir | : Tebing Tinggi, 14 April 2001                                                 |
| Jenis Kelamin         | : Laki-laki                                                                    |
| Agama                 | : Islam                                                                        |
| Alamat                | : Jalan Sei Padang LK.V                                                        |
| Nama Ayah             | : Edy Saputra, S.H.                                                            |
| Nama Ibu              | : Anita Dewi                                                                   |
| HP                    | : 081228236404                                                                 |
| E-mail                | : <a href="mailto:andriandwiputra11@gmail.com">andriandwiputra11@gmail.com</a> |

### RIWAYAT PENDIDIKAN

|                         |                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------|
| Nomor Induk Mahasiswa   | : 1907210059                                   |
| Fakultas                | : Teknik                                       |
| Program Studi           | : Teknik Sipil                                 |
| Perguruan Tinggi        | : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara      |
| Alamat Perguruan Tinggi | : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, 20238 |

### PENDIDIKAN FORMAL

| Tingkat Pendidikan Kelulusan | Nama dan Tempat      | Tahun     |
|------------------------------|----------------------|-----------|
| Sekolah Dasar                | SDN 165719 T.Tinggi  | 2007-2013 |
| Sekolah Menengah Pertama     | SMPN 1 Tebing Tinggi | 2013-2016 |
| Sekolah Menengah Atas        | SMAN 1 Tebing Tinggi | 2016-2019 |