

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL MENGUNAKAN ABU CANGKANG BIJI KARET



DISUSUN OLEH :

NAMA : REZKI MARDONA

NIM : 1922201013

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2023**

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL
MENGUNAKAN ABU CANGKANG BIJI KARET**



DISUSUN OLEH :

NAMA : REZKI MARDONA

NIM : 1922201013

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai Persyaratan untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana S1 Teknik Sipil*

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2023**

LEMBAR PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Tugas Akhir yang Berjudul :

ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL MENGGUNAKAN
ABU CANGKANG BIJI KARET

Disusun Oleh :

Nama : REZKI MARDONA

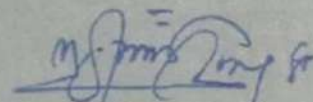
NIM : 1922201013

Program Studi : S1 TEKNIK SIPIL

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji,
Pada Tanggal Dua Puluh Delapan Bulan Juli Tahun Dua Ribu Dua Puluh
Tiga dan dinyatakan lulus.

Susunan Dewan Penguji :

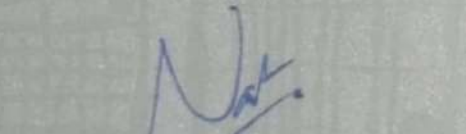
Ketua Dewan Penguji,


Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

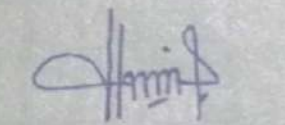
Sekretaris Dewan Penguji,


Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIDN. 1013037901

Penguji I,

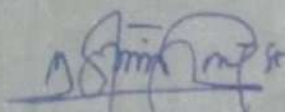

Hanantatur Adeswastoto, S.T., M.T.
NIDN. 1015128902

Penguji II,


Febryanto, S.T., M.T.
NIDN. 1010028602

Mengetahui :

Program Studi S1 Teknik Sipil
Ketua,


Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir yang Berjudul:
**ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL MENGGUNAKAN
ABU CANGKANG BLJI KARET**

Disusun Oleh :

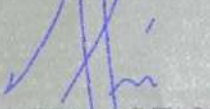
Nama : Rezki Mardona
NIM : 1922201013
Program Studi : S1 Teknik Sipil

Disetujui Oleh :

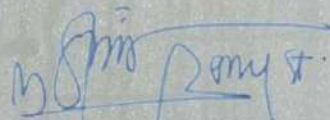
Pembimbing I


Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

Pembimbing II


Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIDN. 1013037901

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu syarat untuk
mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
Bangkinang, 18 September 2023
Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil


Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik



Emon Azziadi, S.T., M.Sc.E.
NIDN. 1001117701

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa :

1. Penelitian Tugas Akhir yang penulis susun ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Penelitian Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan penulis sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari pembimbing.
3. Penelitian Tugas Akhir ini tidak memuat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini penulis buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan sesuatu yang tidak sesuai dengan kebenaran dalam pernyataan ini, penulis bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang penulis peroleh karena penelitian Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, 28 Juli 2023

Saya yang menyatakan,


07D01AFC618245344
NUZKI Mardona
1922201013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI**

**Seminar Hasil Penelitian Tugas Akhir, 28 Juli 2023
REZKI MARDONA**

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON NORMAL MENGGUNAKAN ABU
CANGKANG BIJI KARET
xvii + 92 Halaman + 22 Tabel + 6 Gambar + 3 Lampiran**

ABSTRAK

Beton adalah salah satu material konstruksi yang tersusun dari campuran semen, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton banyak dipilih sebagai bahan konstruksi karena bahan penyusunnya yang mudah didapat, mudah dibentuk, kuat dan tahan lama serta perawatannya yang mudah. Beton mempunyai sifat tahan terhadap gaya tekan. Untuk mencapai kuat tertentu, diperlukan rasio komposisi campuran yang tepat. Cara lain untuk mencapai kuat tekan tertentu yaitu dengan menggunakan bahan tambah. Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini berupa abu cangkang biji karet. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen yang merupakan salah satu metode penelitian kuantitatif yaitu untuk menentukan pengaruh penambahan abu cangkang biji karet pada beton. Variasi jumlah abu yang dipakai adalah 0%, 3%, 6% dan 9% dari berat total semen. Sampel uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian berat jenis dan kuat tekan dilakukan pada usia 7, 14 dan 28 hari, dengan metode perawatan yang digunakan adalah metode *water curing*. Hasil penelitian menunjukkan penambahan abu cangkang biji karet mampu mengurangi berat jenis beton dengan berat jenis rata-rata per variasi adalah 2.251,31 kg/m³, 2.224,89 kg/m³, 2.213,04 kg/m³ dan 2.207,19 kg/m³. Pada pengujian kuat tekan menunjukkan penurunan nilai kuat tekan seiring dengan bertambahnya jumlah penambahan abu cangkang biji karet, dengan nilai hasil pengujian pada usia 28 hari adalah 18,023 MPa, 13,305 MPa, 11,805 MPa, dan 11,607 MPa. Disimpulkan penambahan abu cangkang biji karet mampu mengurangi berat jenis beton, tetapi tidak mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Kata Kunci : Beton normal, abu cangkang biji karet, kuat tekan, berat jenis.

Daftar Bacaan : 45 (1990-2022)

KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, berupa ilmu, kesehatan dan kesempatan sehingga peneliti bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Abu Cangkang Biji Karet”** ini.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, peneliti mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu peneliti ingin menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendoakan, mendukung dan membantu dari segi moril dan materil dalam mencapai keberhasilan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Amir Luthfi selaku Rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
3. Bapak Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
4. Bapak Beny Setiawan, M.T. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai sekaligus selaku

pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan dan petunjuk dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Aris Fianto, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan dan petunjuk dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Hanantatur Adeswastoto, S.T., M.T. selaku Sekretaris Prodi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, narasumber I dan sekaligus sebagai Koordinator KTI Fakultas Teknik tahun 2022/2023 yang telah memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Febryanto, S.T., M.T. selaku narasumber II yang telah memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Dosen dan staf karyawan Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah memberikan kemudahan bagi peneliti dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2019 Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
10. Seluruh keluarga besar mahasiswa Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
11. Seluruh saudara, sahabat dan karib kerabat yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

12. Seluruh pihak terlibat yang tidak bisa disebutkan nama satu persatu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, peneliti senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Bangkinang, 28 Juli 2023
Peneliti

Rezki Mardona
1922201013

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN DEWAN PENGUJI..... | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR NOTASI..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1. 1. Latar Belakang Penelitian | 1 |
| 1. 2. Rumusan Penelitian | 6 |
| 1. 3. Batasan Penelitian..... | 6 |
| 1. 4. Tujuan Penelitian | 7 |
| 1. 5. Manfaat Penelitian | 8 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 9 |
| 2. 1. Penelitian Relevan | 9 |
| 2. 2. Kajian Teori | 11 |
| 2. 2. 1. Pengertian dan Jenis-Jenis Beton | 11 |
| 2. 2. 2. Bahan Penyusun Beton | 12 |
| 2. 2. 3. Pemeriksaan Material Agregat Halus..... | 17 |
| 2. 2. 4. Pemeriksaan Material Agregat Kasar..... | 24 |

| | | |
|------------------------------------|--|----|
| 2. 2. 5. | Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>) Beton Normal | 27 |
| 2. 2. 6. | Pengujian <i>Slump</i> | 32 |
| 2. 2. 7. | Perawatan Beton..... | 32 |
| 2. 2. 8. | Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan..... | 34 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 36 |
| 3. 1. | Jenis Penelitian | 36 |
| 3. 2. | Lokasi dan Waktu Penelitian | 36 |
| 3.2.1. | Lokasi Penelitian..... | 36 |
| 3.2.2. | Waktu Penelitian | 36 |
| 3. 3. | Data dan Sumber Data | 36 |
| 3. 4. | Prosedur Pengumpulan Data..... | 37 |
| 3. 5. | Prosedur Analisa Data..... | 39 |
| 3. 5. 1. | Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus..... | 39 |
| 3. 5. 2. | Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus | 40 |
| 3. 5. 3. | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus | 41 |
| 3. 5. 4. | Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus..... | 43 |
| 3. 5. 5. | Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus | 44 |
| 3. 5. 6. | Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus | 44 |
| 3. 5. 7. | Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar..... | 45 |
| 3. 5. 8. | Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar | 47 |
| 3. 5. 9. | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar | 48 |
| 3. 5. 10. | Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar | 50 |
| 3. 5. 11. | Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet | 50 |
| 3. 5. 12. | Pengujian <i>Slump</i> | 51 |
| 3. 5. 13. | Pengujian Berat Jenis | 52 |

| | |
|---|----|
| 3. 5. 14. Pengujian Kuat Tekan | 53 |
| 3.6. Bagan Alir Penelitian..... | 55 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 57 |
| 4.1. Pemeriksaan Agregat Halus..... | 57 |
| 4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi..... | 57 |
| 4.1.2. Pemeriksaan Analisa Saringan | 58 |
| 4.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air | 63 |
| 4.1.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur..... | 64 |
| 4.1.5. Pemeriksaan Kadar Air | 65 |
| 4.1.6. Pemeriksaan Kadar Organik | 66 |
| 4.2. Pemeriksaan Agregat Kasar..... | 67 |
| 4.2.1. Pemeriksaan Berat Isi..... | 67 |
| 4.2.2. Pemeriksaan Analisa Saringan | 68 |
| 4.2.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air | 74 |
| 4.2.4. Pemeriksaan Kadar Air | 76 |
| 4.3. Perencanaan Campuran | 77 |
| 4.4. Pengujian <i>Slump</i> | 82 |
| 4.5. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan | 83 |
| 4.5.1. Pengujian Berat Jenis | 83 |
| 4.5.2. Pengujian Kuat Tekan | 85 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 87 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 87 |
| 5.2. Saran..... | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA | 90 |
| LAMPIRAN 1 | 93 |

| | |
|-----------------|----|
| LAMPIRAN 2..... | 98 |
| LAMPIRAN 3..... | 99 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. 1 Luas Lahan Perkebunan Karet Indonesia..... | 3 |
| Tabel 1. 2 Jumlah Sampel Uji | 7 |
| Tabel 2. 1 Pembagian Zona Agregat Halus | 20 |
| Tabel 2. 2 Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum..... | 25 |
| Tabel 2. 3 Nilai <i>slump</i> untuk berbagai tipe pekerjaan | 27 |
| Tabel 2. 4 Perkiraan jumlah air dan kadar udara berdasarkan nilai <i>slump</i> dan ukuran agregat maksimum | 28 |
| Tabel 2. 5 Hubungan rasio air-semen atau bahan bersifat semen dengan kuat tekan rencana beton | 29 |
| Tabel 2. 6. Volume agregat kasar untuk satu satuan volume beton..... | 30 |
| Tabel 2. 7 Spekulasi berat beton segar | 31 |
| Tabel 4. 1 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus | 57 |
| Tabel 4. 2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus | 62 |
| Tabel 4. 3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus | 64 |
| Tabel 4. 4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus..... | 65 |
| Tabel 4. 5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus..... | 66 |
| Tabel 4. 6 Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus..... | 66 |
| Tabel 4. 7 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar | 67 |
| Tabel 4. 8 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar | 74 |
| Tabel 4. 9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar | 75 |
| Tabel 4. 10 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar..... | 76 |
| Tabel 4. 11 Pengujian <i>Slump</i> | 82 |
| Tabel 4. 12 Pengujian Berat Jenis Beton..... | 83 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 13 Pengujian Kuat Tekan Beton | 85 |
|--|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 6 Negara Penghasil Karet Terbesar di Dunia | 3 |
| Gambar 1.2 Biji Karet | 5 |
| Gambar 2.1 Standar Warna (<i>Organic Plate</i>) | 23 |
| Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus | 62 |
| Gambar 4.2 Grafik Berat Jenis Beton Rata-Rata Per Variasi | 84 |
| Gambar 4.3 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton | 86 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-------|--|
| TBM | = Tanaman Belum Menghasilkan |
| TM | = Tanaman Menghasilkan |
| TTM | = Tanaman Tidak Menghasilkan |
| TR | = Tanaman Rusak |
| BI | = Berat isi |
| G | = Berat sampel uji + wadah |
| T | = Berat wadah |
| V | = Volume wadah |
| %T | = Persentase tertahan |
| E | = Berat total sampel uji |
| W | = Berat sampel uji tertahan per saringan |
| %Tk | = Persentase tertahan kumulatif |
| %Lk | = Persentase lolos kumulatif |
| FM | = (<i>Fine Modulus</i>) Modulus kehalusan |
| BjK | = Berat jenis curah kering |
| BjSSD | = Berat jenis curah SSD |
| BjS | = Berat jenis semu |
| A | = Berat sampel uji kondisi kering oven |
| B | = Berat <i>pycnometer</i> + air sampai batas bacaan |
| C | = Berat <i>pycnometer</i> + sampel uji + air sampai batas bacaan |
| S | = Berat sampel uji kondisi jenuh kering permukaan |

| | |
|----------|---|
| KL | = Kadar lumpur |
| Hm | = Tinggi lumpur |
| Hs | = Tinggi pasir |
| KA | = Kadar air |
| Ww | = Berat sampel uji kondisi di lapangan |
| Wd | = Berat sampel uji kondisi kering oven |
| A | = Berat sampel uji kondisi kering oven |
| B | = Berat sampel uji kondisi SSD di udara |
| C | = Berat sampel uji di dalam air |
| X | = Variabel yang ingin di cari |
| Y | = Variabel yang ingin di cari |
| X1 | = Nilai konstanta pada sumbu x di bawah nilai X |
| X2 | = Nilai konstanta pada sumbu x di atas nilai X |
| Y1 | = Nilai konstanta pada sumbu y di bawah nilai Y |
| Y2 | = Nilai konstanta pada sumbu y di atas nilai Y |
| KS | = Kadar semen |
| W_{fc} | = Perkiraan awal berat beton segar |
| W_c | = Berat semen |
| W_g | = Berat agregat kasar |
| W_w | = Berat air |
| Bj | = Berat Jenis |
| W | = Berat sampel uji |
| V | = Volume sampel uji |

KT = Kuat tekan
P = Beban maksimum
A = Luas permukaan

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang Penelitian

Pembangunan di Indonesia sedang mengalami peningkatan yang cukup pesat. Ini dibuktikan dari banyaknya proyek pembangunan yang sedang berjalan maupun perencanaan pembangunan yang akan dilakukan di seluruh Indonesia. Pembangunan dilakukan untuk meningkatkan berbagai sektor, seperti mobilisasi, pelayanan publik, ketahanan pangan, dan lainnya. Pembangunan yang dilakukan akan berdampak pada peningkatan ekonomi dan kemajuan negara. Berdasarkan Permenko Nomor 9 Tahun 2022 yang mana peraturan ini merupakan perubahan dari Permenko Nomor 7 tahun 2021, pemerintah sedang melaksanakan proyek strategis nasional yang tersebar di seluruh Indonesia (Kemenko Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2022). Proyek ini mencakup 14 sektor seperti jalan dan jembatan, bandar udara, pelabuhan, kawasan industri dan lainnya. Selain itu, pemerintah juga melaksanakan 12 program strategis nasional yang mencakup pemerataan ekonomi, kawasan perbatasan, penyediaan pangan, teknologi hingga pendidikan (Kemenko Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2022).

Peningkatan pembangunan mengakibatkan kebutuhan akan material konstruksi juga meningkat. Material yang paling umum dipakai di Indonesia adalah beton. SNI 7656 2012 mendefinisikan beton sebagai massa padat,

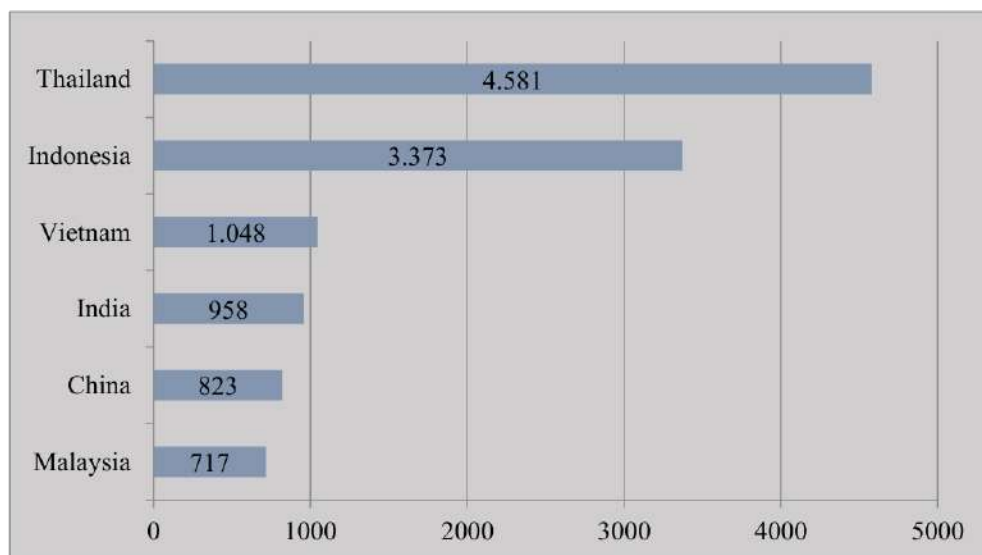
kuat, dan stabil yang dibuat dengan mencampur air, agregat, dan semen *portland* atau semen hidrolis lain dengan atau tanpa bahan tambahan (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Beton umum digunakan sebagai material konstruksi karena bahan penyusunnya yang mudah didapat, mudah dibentuk, kuat, tahan lama dan pemeliharaannya yang mudah dengan biaya yang relatif kecil.

Beton memiliki beragam jenis dan spesifikasi mutu. Pemilihan jenis dan mutu beton didasarkan pada kebutuhan dan fungsi dari konstruksi yang dibangun. Jenis semen, agregat, dan bahan tambahan yang digunakan akan berdampak pada mutu beton. Beton memiliki ketahanan yang baik dalam menahan gaya tekan. Cara untuk menentukan nilai kuat tekan dari beton adalah dengan uji tekan. Kuat tekan adalah beban terbesar yang bisa diterima oleh beton per satuan luas hingga sampel uji hancur.

Untuk mencapai kuat tekan tertentu diperlukan rasio komposisi penyusun beton yang tepat. Menambahkan bahan tambah pada beton merupakan salah satu pendekatan lain untuk meningkatkan dan mencapai kuat tekan yang diharapkan. Penggunaan bahan tambah ditujukan untuk memperbaiki sifat beton.

Indonesia termasuk ke dalam salah satu negara penghasil karet terbesar. Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai negara eksportir karet terbanyak di dunia dengan rata-rata produksi karet sebesar 3,37 juta ton, yang tercatat dari tahun 2014 sampai tahun 2018. Indonesia

berkontribusi sebesar 23,44% terhadap produksi karet global (Kementerian Pertanian, 2021).



Gambar 1. 1 6 Negara Penghasil Karet Terbesar di Dunia
(Sumber : Kementerian Pertanian 2021)

Sebagai salah satu negara produsen utama karet dunia, Indonesia memiliki lahan yang sangat luas yang difungsikan sebagai perkebunan karet. Berdasarkan luas lahannya, Indonesia menduduki peringkat pertama dengan perdikat negara dengan lahan perkebunan karet terluas di dunia. Pada tahun 2021, area perkebunan karet di Indonesia mencapai luasan 3,67 juta hektar, dengan kepemilikan lahan terdiri atas 88,93 % kebun rakyat, 6,57 % kebun swasta, dan 4,50 % kebun milik negara (Ditjenbun Kementan Republik Indonesia, 2021).

Tabel 1. 1 Luas Lahan Perkebunan Karet Indonesia

| No. | Provinsi | Luas Area (Ha) | | | |
|-----|----------------|----------------|---------|----------|---------|
| | | TBM | TM | TTM / TR | Total |
| 1. | Aceh | 9.157 | 86.848 | 4.351 | 100.356 |
| 2. | Sumatera Utara | 20.206 | 375.469 | 9.056 | 387.684 |
| 3. | Sumatera Barat | 1.436 | 128.139 | 1.035 | 141.960 |
| 4. | Riau | 4.759 | 307.324 | 16.922 | 308.021 |

| No. | Provinsi | Luas Area (Ha) | | | |
|-----|---------------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| | | TBM | TM | TTM / TR | Total |
| 5. | Kepulauan Riau | 2.205 | 20.948 | 374 | 23.275 |
| 6. | Jambi | 29.792 | 348.856 | 13.502 | 301.418 |
| 7. | Sumatera Selatan | 15.678 | 818.486 | 29.226 | 944.192 |
| 8. | Kep. Bangka Belitung | 1.594 | 46.375 | 922 | 55.134 |
| 9. | Bengkulu | 6.026 | 94.547 | 3.409 | 113.568 |
| 10. | Lampung | 10.107 | 153.715 | 4.172 | 148.497 |
| | Sumatera | 100.960 | 2.380.708 | 82.969 | 2.564.637 |
| 11. | D.K.I Jakarta | - | - | - | - |
| 12. | Jawa Barat | 5.691 | 45.005 | 7.018 | 57.714 |
| 13. | Banten | 1.106 | 15.512 | 1.394 | 18.013 |
| 14. | Jawa Tengah | 3.920 | 25.337 | 1.621 | 30.879 |
| 15. | D.I Yogyakarta | 17 | 14 | 28 | 59 |
| 16. | Jawa Timur | 4.012 | 18.896 | 1.332 | 24.241 |
| | Jawa | 14.746 | 104.765 | 11.393 | 130.904 |
| 17. | Bali | 15 | 360 | | 375 |
| 18. | Nusa Tenggara Barat | - | - | - | - |
| 19. | Nusa Tenggara Timur | - | - | - | - |
| | Bali & Nusa Tenggara | 15 | 360 | - | 375 |
| 20. | Kalimantan Barat | 105.421 | 269.749 | 17.253 | 392.423 |
| 21. | Kalimantan Tengah | 105.769 | 177.291 | 10.851 | 293.911 |
| 22. | Kalimantan Selatan | 19.105 | 172.998 | 9.517 | 201.621 |
| 23. | Kalimantan Timur | 12.432 | 59.077 | 1.718 | 73.227 |
| 24. | Kalimantan Utara | 1.090 | 961 | 165 | 2.215 |
| | Kalimantan | 243.817 | 680.076 | 39.504 | 963.397 |
| 25. | Sulawesi Utara | - | - | - | - |
| 26. | Gorontalo | - | - | - | - |
| 27. | Sulawesi Tengah | 1.165 | 4.592 | 560 | 6.617 |
| 28. | Sulawesi Selatan | 1.928 | 6.546 | 348 | 8.823 |
| 29. | Sulawesi Barat | - | - | - | - |
| 30. | Sulawesi Tenggara | 642 | 56 | - | 698 |
| | Sulawesi | 4.035 | 11.195 | 908 | 16.138 |
| 31. | Maluku | 979 | 1.727 | 3.631 | 6.337 |
| 32. | Maluku Utara | - | - | - | - |
| 33. | Papua | 532 | 3.665 | 581 | 4.779 |
| 34. | Papua Barat | - | - | - | - |
| | Maluku & Papua | 1.511 | 5.392 | 4.212 | 11.116 |
| | Total | 316.971 | 3.221.402 | 137.662 | 3.676.035 |

Sumber : Ditjenbun Kementan Republik Indonesia 2021

Satu hektar lahan perkebunan karet bisa diisi dengan 400 sampai 550 pohon karet, dengan pola penanaman jarak tanam tunggal 3 x 6 meter atau jarak tanam ganda 2,5 x 6 sampai 10 meter (Janudjanto et al., 2013). Tanaman karet berkembang biak melalui bijinya. Budiman (2012) mengatakan satu buah karet tersusun atas 2 hingga 4 kotak biji dimana

setiap kotak biji terdapat 1 biji (Sofiani et al., 2018). Budiman (2012) mengatakan satu tanaman pohon karet bisa menghasilkan 800 biji karet pertahun (Nurmaisah Harahap, 2022). Artinya dalam lahan seluas 3,67 juta hektar jika ditanami maksimal 550 pohon karet per hektar, mampu menghasilkan 1,617 triliun biji karet. Pemanfaatan biji karet di Indonesia masih tergolong minim. Kebanyakan biji karet yang ada di lahan perkebunan karet biasanya hanya dijadikan kecambah untuk dijadikan bibit. Sedangkan untuk biji karet yang tidak digunakan, petani hanya akan membakarnya bersama sampah dedaunan atau dibiarkan hancur begitu saja. Karena itu peneliti ingin mencoba menambah pemanfaatan biji karet, terkhusus di bidang konstruksi.



Gambar 1. 2 Biji Karet
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Menurut Pari (2003) yang dikutip oleh Vinsiah dkk (2015), cangkang biji karet memiliki beberapa kandungan seperti selulosa 48,64 %, lignin 33,54 %, pentosan 16,81 %, kadar abu 1,25 %, kadar silika 0,52 % (Firman

et al., 2018). Silika juga merupakan salah satu kandungan yang ada dalam penyusun semen.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak dari penambahan abu cangkang biji karet terhadap kuat tekan dan berat jenis beton normal, sehingga diketahui perubahan sifat beton yang terjadi serta diketahui komposisi penambahan abu cangkang biji karet optimum untuk mencapai nilai kuat tekan tertinggi. Tujuan selanjutnya adalah dengan penambahan abu cangkang biji karet dalam campuran beton, diharapkan dapat menambah pemanfaatan biji karet, sehingga biji karet yang dulunya terbuang sia-sia bisa menambah nilai ekonomi bagi masyarakat, terkhusus bagi pemilik lahan perkebunan karet.

1. 2. Rumusan Penelitian

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian di atas, dapat dirumuskan beberapa pertanyaan :

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang biji karet terhadap kuat tekan beton normal ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu cangkang biji karet terhadap berat jenis beton normal ?

1. 3. Batasan Penelitian

Penulis membatasi penelitian ini agar arah dan fokus penelitian tidak melebar. Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang biji karet terhadap kuat tekan dan berat jenis beton.
2. Sampel uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Mutu beton rencana yang digunakan adalah $f'c$ 18 Mpa.
4. Komposisi campuran beton normal berpedoman pada SNI 7656 2012 (Badan Standardisasi Nasional, 2012).
5. Jumlah persentase penambahan abu cangkang biji karet yang digunakan adalah 0%, 3%, 6% dan 9% diambil dari berat semen.
6. Pengujian berat jenis dan kuat tekan dilakukan pada usia beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
7. Jumlah sampel uji yang digunakan pada penelitian ini di dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 2 Jumlah Sampel Uji

| No. | Penambahan abu cangkang biji karet | Jumlah sampel uji umur 7 hari | Jumlah sampel uji umur 14 hari | Jumlah sampel uji umur 28 hari |
|--------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. | 0% | 3 | 3 | 3 |
| 2. | 3% | 3 | 3 | 3 |
| 3. | 6% | 3 | 3 | 3 |
| 4. | 9% | 3 | 3 | 3 |
| Jumlah | | 12 | 12 | 12 |
| Total | | 36 Sampel uji | | |

1. 4. Tujuan Penelitian

Penulis melakukan penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis pengaruh penambahan abu cangkang biji karet terhadap nilai kuat tekan dan berat jenis beton normal.

2. Menghitung komposisi optimal penambahan abu cangkang biji karet pada campuran beton normal untuk mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi.

1. 5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat :

1. Menjadi rujukan untuk materi penelitian berikutnya yang lebih terfokuskan pada masa yang akan datang.
2. Meningkatkan mutu beton pada bidang konstruksi sehingga bisa memperpanjang usia konstruksi.
3. Menambah nilai ekonomi biji karet bagi masyarakat terutama bagi para pemilik lahan perkebunan karet.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2. 1. Penelitian Relevan

Penelitian relevan merupakan penelitian yang telah dilakukan dan hasilnya sesuai dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan saat ini. Suatu penelitian memerlukan dukungan penelitian yang telah ada sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Beberapa penelitian relevan yang diambil untuk dijadikan rujukan adalah sebagai berikut :

1. (Safarizki & Aji, 2020) melakukan penelitian dengan menyubstitusi semen menggunakan abu sekam padi terhadap beton normal. Persentase abu sekam padi sebagai substitusi semen yang digunakan adalah 8%, 9%, 10%, 11% dan 12%. Sampel uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada usia beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi meningkat pada variasi 10% dengan nilai kuat tekan 25,70 MPa, sedangkan untuk beton normal tanpa abu sekam padi hanya mencapai nilai kuat tekan 22,39 MPa. Dapat disimpulkan abu sekam padi mampu meningkatkan kuat tekan beton dan dapat mengurangi jumlah semen pada campuran beton, namun dengan substitusi semen maksimal oleh abu sekam padi adalah 10%.

2. (Johan Oberlyn Simanjuntak et al., 2020) melakukan penelitian yang berfokus pada beton berkualitas tinggi yang ramah lingkungan dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambahan. Variasi penambahan yang digunakan 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan nilai kuat tekan rencana 25 MPa. Dari hasil pengujian diketahui kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit variasi 6% dengan nilai kuat tekan rata-rata 27,84 MPa, sedangkan untuk beton normal tanpa tambahan abu cangkang kelapa sawit hanya mencapai nilai kuat tekan 26,12 MPa. Dapat disimpulkan penambahan abu cangkang kelapa sawit pada campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan beton, namun dalam jumlah maksimal 6%.
3. (Heldita, 2018) melakukan penelitian untuk melihat pengaruh penggunaan abu sekam padi dalam campuran beton. Abu sekam padi dijadikan sebagai bahan pengganti semen dalam jumlah tertentu. Persentase yang digunakan adalah 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Sampel uji yang digunakan berbentuk silinder. Uji kuat tekan dilakukan pada usia beton 14 dan 28 hari. Dari pengujian yang dilakukan diketahui kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi tertinggi diperoleh pada variasi substitusi 10% dengan nilai kuat tekan 21,36 MPa sedangkan nilai kuat tekan beton normal tanpa substitusi abu sekam padi hanya mencapai 20,50 MPa. Dapat disimpulkan penggunaan abu

sekam padi sebagai bahan pengganti semen dalam jumlah tertentu mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton.

Dari beberapa penelitian di atas diketahui bahwa penambahan bahan tambah seperti abu sekam padi dan abu cangkang kelapa sawit ke dalam beton dapat meningkatkan kuat tekannya. Para peneliti menggunakan metodologi yang sama, yaitu menambahkan komponen tambahan ke dalam campuran beton dalam bentuk abu dalam uji coba tersebut. Penelitian ini berbeda dari penelitian lainnya karena menambahkan abu cangkang biji karet ke dalam beton normal.

2. 2. Kajian Teori

2. 2. 1. Pengertian dan Jenis-Jenis Beton

Beton berdasarkan SNI 2847 2013 adalah campuran yang terbuat dari semen *portland* atau semen hidrolis lain, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambahan (Badan Standardisasi Nasional, 2013).

Tjokrodimuljo (1992) mengatakan beton terdiri dari bahan aktif dan pasif (Dari et al., 2021). Bahan aktif adalah bahan yang mengalami reaksi fisika dan kimia selama proses pematangan beton, berfungsi sebagai pengikat seperti semen dan air, sedangkan bahan pasif adalah bahan yang hanya berfungsi sebagai pengisi beton, seperti agregat halus dan agregat kasar.

Berdasarkan berat volumenya, beton dapat dibedakan menjadi tiga. Berikut merupakan tiga jenis beton tersebut :

1. Beton Normal

Menurut SNI 7656 2012, beton normal adalah beton yang memiliki berat volume 2.200 kg/m^3 sampai dengan 2.500 kg/m^3 (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2. Beton Ringan

Menurut SNI 2847 2013, beton ringan merupakan beton yang menggunakan agregat ringan dengan berat volumenya berada diantara 1140 kg/m^3 dan 1840 kg/m^3 (Badan Standardisasi Nasional, 2013).

3. Beton Berat

Menurut SNI 7656 2012, beton berat merupakan beton yang mempunyai berat volume lebih dari 2.500 kg/m^3 (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2. 2. 2. Bahan Penyusun Beton

Bahan utama penyusun beton terdiri dari semen, agregat dan air. Namun untuk kondisi khusus dan jika diperlukan, dapat diberikan bahan tambahan (*admixture*).

1. Semen

SNI 15 2049 2004 menyatakan bahwa semen hidrolis seperti semen *portland* dibuat dengan menggiling kalsium silikat, kalsium sulfat, dan bahan tambahan lainnya (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Semen *portland* terbagi dalam beberapa jenis, yaitu :

a. Semen *Portland* Tipe I

Semen jenis ini digunakan untuk pekerjaan umum yang penggunaannya tidak membutuhkan syarat khusus. Banyak digunakan pada pembangunan rumah pemukiman, gedung dan konstruksi lainnya yang tidak terpengaruh oleh asam sulfat.

b. Semen *Portland* Tipe II

Semen jenis ini digunakan untuk pekerjaan yang tahan terhadap asam sulfat dan panas hidrasi tingkat sedang. Biasanya digunakan pada konstruksi yang berada di laut, pantai, rawa dan tempat lainnya yang memiliki kadar asam sulfat rendah.

c. Semen *Portland* Tipe III

Semen jenis ini memiliki daya tekan awal yang tinggi pada awal pekerjaan. Digunakan untuk pekerjaan dengan penyelesaian pekerjaan yang cepat dan harus segera rampung, seperti pembuatan atau perbaikan jalan, jalan bebas hambatan, bangunan bertingkat, bangunan darurat dan lainnya.

d. Semen *Portland* Tipe IV

Semen jenis ini digunakan untuk beton yang akan dikondisikan terhadap panas hidrasi yang rendah, hal ini

dilakukan untuk mengurangi keretakan. Biasanya digunakan pada konstruksi dengan panas yang ditimbulkan cukup rendah, seperti bendungan

e. Semen *Portland* Tipe V

Semen *portland* tipe V digunakan untuk beton yang akan digunakan pada area ekstrim dengan persyaratan tahan terhadap asam sulfat yang tinggi. Biasanya digunakan untuk konstruksi yang berada di tepi pantai, laut, rawa-rawa, kawasan pertambangan, lokasi nuklir, dan lainnya.

2. Agregat

Agregat terbagi menjadi 2, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat halus

Agregat halus berasal dari batuan yang terpecah dan terkikis secara alami yang didapat dari alam, atau didapat dari hasil tempat pemecah batu dengan ukuran material kecil dari 5 mm (saringan no. 4) (Rahayu, 2019).

Berdasarkan SNI 03 6861.1 2002 spesifikasi agregat halus adalah sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2002):

- 1) Terdiri dari butiran tajam dan keras dengan indeks kekerasan minimal 2,2.
- 2) Butiran tidak berubah.
- 3) Jika diperiksa menggunakan larutan jenuh garam harus memenuhi nilai berikut :

- a) Jika menggunakan Natrium Sulfat, kehancuran maksimum 12 % dari keseluruhan.
 - b) Jika menggunakan Magnesium Sulfat, kehancuran maksimum 10 % dari keseluruhan.
- 4) Kandungan lumpur agregat halus maksimum 5%. Jika lebih, agregat harus dicuci.
 - 5) Tidak boleh memiliki kadar organik yang tinggi.
 - 6) Nilai modulus kehalusan diantara rentang 1,5 hingga 3,8 dan terdiri dari butiran dengan ukuran beragam.
 - 7) Material reaktif tidak boleh ada dalam agregat halus sebagai komposisi beton berdaya tahan tinggi.
 - 8) Penggunaan pasir laut sebagai bahan pembuat beton dilarang untuk semua kualitas beton kecuali jika disahkan oleh lembaga inspeksi material bersertifikat.
 - 9) Agregat halus untuk campuran plesteran dan pemakaian umum harus memenuhi persyaratan di atas.
- b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang memiliki ukuran lebih besar dari 5 mm (saringan no. 4) (Rahayu, 2019). Dalam pemilihan agregat kasar harus memperhatikan hal-hal berikut:

- 1) Butiran keras, tidak berpori.
- 2) Awet.

Keawetan agregat kasar dapat diuji menggunakan cara berikut :

- a) Apabila menggunakan Natrium Sulfat, kehancuran maksimum 12% dari jumlah total.
 - b) Apabila menggunakan Magnesium Sulfat, kehancuran maksimum 18% dari jumlah total.
- 3) Kadar lumpur maksimum 1%.
 - 4) Bebas dari bahan yang reaktif terhadap alkali.
 - 5) Tidak boleh memiliki material berbentuk tipis dan memanjang lebih dari 20%.
 - 6) Nilai *fine modulus* agregat harus diantara 6 hingga 7,10 dengan ragam butiran sesuai standar gradasi.
 - 7) Ukuran butiran terbesar disesuaikan dengan jenis pekerjaan, tidak boleh lebih dari :
 - a) 1/5 jarak minimum bagian samping cetakan.
 - b) 1/5 tebal pelat beton.
 - c) 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

3. Air

Air yang dijadikan sebagai campuran beton harus murni dan terbebas dari zat-zat yang bereaksi dengan bahan-bahan beton, seperti minyak, gula, atau garam, karena dapat merusak ataupun menimbulkan dampak buruk pada beton. Air yang mengandung bahan reaktif tersebut dapat mengganggu proses pematangan beton,

mengubah sifat beton bahkan bisa menurunkan kekuatan beton. Air yang paling dianjurkan adalah air tawar, seperti air yang berasal dari sumur, sungai, danau, dan lainnya. Jika ingin menggunakan air laut atau air limbah, penggunaannya harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

4. Bahan Tambahan (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selain tiga bahan penyusun utama (semen, air, dan agregat). *Admixture* dapat ditambahkan pada campuran beton untuk mengurangi biaya, mencapai tujuan lain, atau memenuhi standar kerja yang ditetapkan (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

2. 2. 3. Pemeriksaan Material Agregat Halus

Untuk mengetahui penanganan apa yang harus dilakukan pada agregat halus agar dapat digunakan sebagai penyusun beton, maka diperlukan beberapa pengujian sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Berat Isi

Tujuan dari pemeriksaan berat isi atau uji kepadatan adalah untuk menghitung nilai relatif antara berat agregat dan volume wadah. Uji kepadatan agregat dilakukan berdasarkan petunjuk SNI 03 4804 1998 (Badan Standardisasi Nasional, 1998).

Pemeriksaan berat isi terdiri dari dua pengujian, yaitu pemeriksaan berat isi kondisi gembur dan pemeriksaan berat isi kondisi padat.

Pemeriksaan berat isi kondisi gembur adalah pemeriksaan berat agregat halus terhadap volume wadah tanpa adanya proses pemadatan. Agregat halus langsung dituang ke dalam wadah sampai penuh, kemudian diratakan tanpa dilakukan pemadatan. Sedangkan pemeriksaan berat isi kondisi padat adalah pemeriksaan berat agregat halus terhadap volume wadah dengan menggunakan proses pemadatan. Cara pelaksanaannya yaitu dengan memasukkan agregat halus ke dalam wadah sebanyak sepertiga volume wadah, lalu ditusuk menggunakan tongkat penusuk sebanyak 25 kali. Ulangi langkah tersebut untuk lapisan berikutnya hingga penuh, kemudian datarkan permukaan agregat halus yang memenuhi wadah.

Pemeriksaan berat isi dihitung menggunakan rumus berikut :

$$BI = (G - T) / V \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

G = Berat sampel uji + wadah (Kg)

T = Berat wadah (Kg)

V = Volume wadah (Liter)

2. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengukur pembagian distribusi ukuran (gradasi), menentukan nilai *fine modulus* (modulus kehalusan) dan pembagian zona agregat halus. Pemeriksaan analisa

saringan agregat halus berpedoman pada SNI 03 1968 1990 (Badan Standardisasi Nasional, 1990).

Dalam pemeriksaan analisa saringan, digunakan beberapa rumus perhitungan, yaitu sebagai berikut :

$$\% T = (E/W) \cdot 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$\% Tk = \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \dots\dots\dots (3)$$

$$\% Lk = 100 - \% Tk \dots\dots\dots (4)$$

$$FM = \text{Total } (\% Tk) / 100 \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

%T = Persentase tertahan (%)

E = Berat sampel uji tertahan per saringan (gram)

W = Berat total sampel uji (gram)

%Tk = Persentase tertahan kumulatif (%)

%Lk = Persentase lolos kumulatif (%)

FM = *Fine Modulus*

Untuk menentukan pembagian zona agregat halus, bisa dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 2. 1 Pembagian Zona Agregat Halus

| No. Saringan | Ukuran Saringan (mm) | Persentase Agregat yang Lolos Saringan | | | |
|--------------|----------------------|--|-----------------------|------------------------|-----------------|
| | | Zona I (Kasar) | Zona II (Cukup Kasar) | Zona III (Cukup Halus) | Zona IV (Halus) |
| No. 3/8' | 9,5 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| No. 4 | 4,75 | 90 – 100 | 90 – 100 | 90 – 100 | 95 – 100 |
| No.8 | 2,36 | 60 – 95 | 75 – 100 | 85 – 100 | 95 – 100 |
| No.16 | 1,18 | 30 – 70 | 55 – 90 | 75 – 100 | 90 – 100 |
| No. 30 | 0,60 | 15 – 34 | 35 – 59 | 60 – 79 | 85 – 100 |
| No. 50 | 0,30 | 5 – 20 | 8 – 30 | 12 – 40 | 15 – 50 |
| No. 100 | 0,15 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 15 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2000)

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan berat agregat terhadap berat air dengan volume sama pada suhu tertentu. Hasil pemeriksaan akan diketahui berat jenis agregat kondisi kering, kondisi kering permukaan (SSD) dan semu. Sedangkan pemeriksaan penyerapan air adalah pemeriksaan untuk mengukur kapasitas agregat dalam menyerap air dari kondisi kering hingga jenuh air. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus berpedoman pada SNI 1970 2008 (Badan Standardisasi Nasional 2008).

Dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air digunakan beberapa rumus perhitungan, yaitu :

$$B_{JK} = A / (B + S - C) \dots\dots\dots(6)$$

$$B_{JSSD} = S / (B + S - C) \dots\dots\dots(7)$$

$$BjS = A / (B + A - C) \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Penyerapan air} = ((S - A) / A) \cdot 100 \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

A = Berat sampel uji kondisi kering oven (gram)

B = Berat *pycnometer* + air sampai batas bacaan (gram)

C = Berat *pycnometer* + sampel uji + air sampai batas bacaan (gram)

S = Berat sampel uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

4. Pemeriksaan Kadar Lumpur.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan proporsi lumpur yang ada dalam agregat halus. Lumpur merupakan material dengan ukuran lebih kecil dari 0,075 mm. Kandungan lumpur pada agregat halus akan mengganggu proses pengikatan beton sehingga beton tidak terikat sempurna dan kekuatan beton menjadi berkurang. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus berpedoman pada SK SNI S 04 1989 F (Badan Standardisasi Nasional, 1989).

Pemeriksaan kadar lumpur menggunakan rumus perhitungan berikut :

$$KL = (Hm / (Hm + Hs)) \cdot 100 \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

Hm = Tinggi lumpur (cm)

Hs = Tinggi pasir (cm)

5. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat halus dilakukan dengan menentukan perbandingan antara berat agregat halus saat kondisi seperti di lapangan dengan berat agregat halus kondisi kering oven. Kadar air merupakan jumlah air yang dimiliki agregat halus saat berada di lokasi penempatan agregat (seperti tempat konstruksi, *batching plant*, dan lainnya). Kadar air perlu diketahui untuk menentukan koreksi takaran air dalam perencanaan campuran beton yang disesuaikan dengan keadaan material sesuai saat seperti di lapangan. Proses pembuatan beton akan terganggu apabila agregat yang tidak jenuh air menyerap air campuran beton sehingga beton menjadi lebih kering dan struktur beton menjadi berongga. Pemeriksaan kadar air agregat halus berpedoman pada SNI 03 1971 2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

Pemeriksaan kadar air menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$KA = ((Ww - Wd) / Ww) \cdot 100 \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

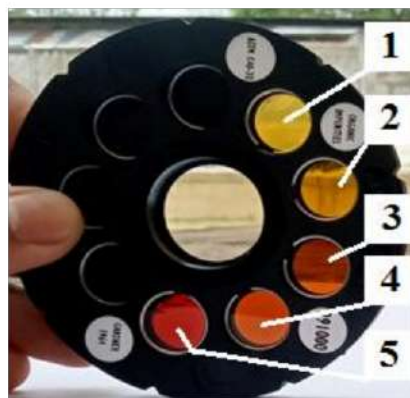
Ww = Berat sampel uji kondisi di lapangan (gram)

Wd = Berat sampel uji kondisi kering oven (gram)

6. Pemeriksaan Kadar Organik.

Pemeriksaan kadar organik dilakukan untuk menentukan besarnya zat organik yang terdapat dalam agregat halus. Zat organik adalah material yang berasal dari makhluk hidup yang telah hancur. Biasanya berbentuk humus atau lumpur organik. Zat organik tertentu memiliki sifat kimia yang dapat mengganggu proses pengikatan beton sehingga dapat mengurangi kekuatan beton atau bahkan bisa membuat beton gagal terbentuk. Pemeriksaan kadar organik dilakukan menggunakan larutan NaOH 3%. Agregat yang telah diberikan cairan NaOH 3% dan didiamkan selama sehari semalam akan memperlihatkan perubahan warna. Warna cairan yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan standar warna (*organic plate*). Pemeriksaan kadar organik agregat halus berpedoman pada SNI 03 2816 1992 (Badan Standardisasi Nasional, 1992).

Cara membaca standar warna pada pengujian kadar organik adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Standar Warna (*Organic Plate*)
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- a. 1-2 untuk kadar organik rendah
- b. 3 untuk kadar organik sedang
- c. 4-5 untuk kadar organik tinggi

2. 2. 4. Pemeriksaan Material Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar bermaksud untuk menentukan karakter pada agregat kasar yang akan dipakai, untuk selanjutnya bisa diketahui perlakuan tepat yang harus dilakukan terhadap agregat kasar sehingga bisa digunakan sebagai campuran beton. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan Berat Isi

Tujuan pemeriksaan agregat kasar sama dengan agregat halus. Pemeriksaan berat isi agregat kasar bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat kasar terhadap volume wadah. Pemeriksaan berat isi agregat kasar juga terdiri dari pemeriksaan berat isi kondisi gembur dan berat isi kondisi padat. Pemeriksaan berat isi agregat kasar berpedoman pada SNI 03 4804 1998 (Badan Standardisasi Nasional, 1998).

Rumus perhitungan pemeriksaan berat isi agregat kasar menggunakan rumus perhitungan yang sama dengan pemeriksaan berat isi agregat halus, yaitu menggunakan persamaan (1).

2. Pemeriksaan Analisa Saringan.

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar memiliki tujuan untuk menentukan pembagian distribusi ukuran (gradasi) dan menentukan nilai ukuran butiran agregat maksimum. Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar berpedoman pada SNI 03 1968 1990 (Badan Standardisasi Nasional, 1990).

Rumus perhitungan analisa saringan agregat kasar menggunakan rumus perhitungan yang sama dengan pemeriksaan analisa saringan agregat halus, yaitu menggunakan persamaan (2), (3), (4) dan (5).

Untuk menentukan nilai ukuran besar butiran agregat maksimum, gunakan tabel di bawah ini :

Tabel 2. 2 Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum

| Ukuran Saringan (mm) | Pembagian Nilai Ukuran Maksimum | | | |
|----------------------|---|--------------|--------------|-------------|
| | Persentase berat agregat yang lewat per ukuran saringan | | | |
| | 4,75 – 19 mm | 19 – 37,5 mm | 37,5 - 75 mm | 75 – 150 mm |
| 177 | | | | 100 |
| 150 | | | | 90 – 100 |
| 100 | | | 100 | 20 – 55 |
| 75 | | | 90 – 100 | 0 – 10 |
| 50 | | 100 | 20 – 55 | 0 – 5 |
| 37,5 | | 90 – 100 | 0 – 10 | |
| 25 | 100 | 20 – 55 | 0 – 5 | |
| 19 | 90 – 100 | 0 – 10 | | |
| 9,5 | 20 – 55 | 0 – 5 | | |
| 4,75 | 0 – 10 | | | |
| 2,36 | 0 – 5 | | | |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air.

Meskipun teknik pengujiannya berbeda, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan halus memiliki tujuan yang sama. Pemeriksaan penyerapan air agregat kasar dilakukan untuk mengetahui kapasitas agregat kasar dalam menyerap air dari

kondisi kering hingga kondisi jenuh air. Nilai penyerapan air tergantung pada pori-pori dan rongga udara yang dimiliki agregat kasar. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar berpedoman pada SNI 1969 2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Perhitungan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan rumus perhitungan berikut :

$$B_{JK} = A / (B - C) \dots\dots\dots(12)$$

$$B_{jSSD} = B / (B - C) \dots\dots\dots(13)$$

$$B_{jS} = A / (A - C) \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{Penyerapan air} = ((B - A) / A) \cdot 100 \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

A = Berat sampel uji kondisi kering oven (gram)

B = Berat sampel uji kondisi SSD di udara (gram)

C = Berat sampel uji di dalam air (gram)

4. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat kasar memiliki metode dan tujuan yang sama dengan agregat halus. Tujuannya untuk menentukan jumlah air yang dimiliki dalam agregat kasar saat berada di tempat penempatan material. Kadar air agregat kasar mempengaruhi jumlah air pada perencanaan campuran. Pemeriksaan kadar air

agregat kasar berpedoman pada SNI 03 1971 2011 (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

Perhitungan pemeriksaan kadar air agregat kasar menggunakan perhitungan yang sama dengan pemeriksaan agregat halus, yaitu menggunakan persamaan (11).

2. 2. 5. Perencanaan Campuran (*Mix Design*) Beton Normal

Perencanaan campuran beton biasa, beton bertulang, dan beton massa, mengacu pada SNI 7656-2012 (Badan Standardisasi Nasional, 2012). Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Memilih nilai *slump* rencana.

Untuk menentukan nilai *slump* bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 3 Nilai *slump* untuk berbagai tipe pekerjaan

| Tipe Pekerjaan | Nilai <i>Slump</i> (mm) | |
|--|-------------------------|---------|
| | Maksimal | Minimal |
| Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak) | 75 | 25 |
| Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah | 75 | 25 |
| Balok dan dinding bertulang | 100 | 25 |
| Kolom bangunan | 100 | 25 |
| Perkerasan dan pelat lantai | 75 | 25 |
| Beton massa | 50 | 25 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

2. Penentuan ukuran butir agregat maksimum

Ukuran butir agregat maksimum diambil dari nilai pemeriksaan analisa saringan agregat kasar.

3. Estimasi jumlah air dan kandungan udara

Nilai kadar air rencana didapat dengan cara menetapkan jenis beton yang digunakan, kemudian disesuaikan dengan ukuran nominal agregat kasar berdasarkan hasil pemeriksaan saringan agregat kasar dan nilai *slump* rencana.

Nilai perkiraan air pencampur bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 4 Perkiraan jumlah air dan kadar udara berdasarkan nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum

| Air (kg/m ³) berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar | | | | | | | | |
|---|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Nilai <i>Slump</i> (mm) | 9,5 | 12,7 | 19 | 25 | 37,5 | 50 | 75 | 150 |
| Beton tanpa kandungan udara | | | | | | | | |
| 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 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Banyaknya udara dalam beton (%) | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| Beton dengan kandungan udara | | | | | | | | |
| 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 | - |
| > 175 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Kandungan udara yang direkomendasikan untuk berbagai tingkat pemaparan : | | | | | | | | |
| Ringan (%) | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
| Sedang (%) | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |
| Berat (%) | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

4. Menentukan rasio air-semen atau bahan bersifat semen

Rasio ini ditentukan berdasarkan kuat tekan rencana beton pada usia 28 hari dengan memperhatikan jenis beton yang digunakan.

Nilai rasio semen sudah ditetapkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 5 Hubungan rasio air-semen atau bahan bersifat semen dengan kuat tekan rencana beton

| Kuat tekan rencana usia 28 hari | Rasio air-semen atau bahan bersifat semen | |
|---------------------------------|---|------------------------------|
| | Beton tanpa kandungan udara | Beton dengan kandungan 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 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

Untuk mutu beton rencana yang tidak tersedia pada tabel di atas, gunakan rumus interpolasi untuk mengetahui nilai rasio air-semen.

Rumus interpolasi adalah sebagai berikut :

$$\frac{X-X_1}{X_2-X_1} = \frac{Y-Y_1}{Y_2-Y_1} \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

X dan Y = Variabel yang ingin di cari (pilih salah satu, X atau Y)

X1 = Nilai konstanta pada sumbu x di bawah nilai X

X2 = Nilai konstanta pada sumbu x di atas nilai X

Y1 = Nilai konstanta pada sumbu y di bawah nilai Y

Y2 = Nilai konstanta pada sumbu y di atas nilai Y

5. Perhitungan kadar semen

Kadar semen bisa ditentukan setelah estimasi jumlah air dan rasio air semen diketahui. Kadar semen diperoleh dari estimasi jumlah air dibagi dengan rasio air-semen.

$$KS = \frac{\text{Estimasi jumlah air}}{\text{Rasio air-semen}} \dots\dots\dots(17)$$

6. Estimasi jumlah agregat kasar

Volume agregat kasar dapat diketahui jika ukuran butiran agregat maksimum dan nilai modulus kehalusan agregat halus telah diketahui.

Perkiraan kadar agregat kasar dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 6. Volume agregat kasar untuk satu satuan volume beton

| Ukuran maksimum agregat (mm) | Volume agregat kasar kondisi kering oven untuk satu satuan volume beton terhadap nilai modulus kehalusan dari agregat halus | | | |
|------------------------------|---|------|------|------|
| | 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 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

Untuk nilai modulus kehalusan yang tidak tersedia pada tabel di atas, gunakan rumus interpolasi seperti pada persamaan (16).

7. Estimasi jumlah agregat halus

Untuk menentukan estimasi jumlah agregat halus, harus diketahui spekulasi berat beton segar terlebih dahulu. Spekulasi berat beton segar telah ditetapkan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 2. 7 Spekulasi berat beton segar

| Ukuran maksimum agregat (mm) | Spekulasi berat beton segar | |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Beton tanpa kandungan udara | Beton dengan kandungan 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 |

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2012)

Selanjutnya untuk menentukan berat agregat halus, spekulasi berat beton segar dikurangi dengan berat komposisi penyusun beton yang telah diketahui sebelumnya (berat semen, berat agregat kasar, dan berat air), sesuai dengan persamaan di bawah ini :

$$\text{Kadar ag. halus} = W_{fc} - (W_c + W_g + W_w) \dots\dots\dots(18)$$

Keterangan :

W_{fc} = Perkiraan awal berat beton segar (kg)

W_c = Berat semen (kg)

W_g = Berat agregat kasar (kg)

W_w = Berat air (kg)

8. Penyesuaian kadar air campuran

Jumlah agregat yang digunakan harus memperhitungkan kandungan air yang dimiliki agregat. Banyak air pencampur harus disesuaikan dengan kadar air yang dimiliki agregat.

2. 2. 6. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* campuran beton segar dilakukan untuk mendapatkan nilai kekentalan campuran. Nilai *slump* akan berdampak pada efektifitas pengerjaan beton. Semakin kental campuran beton semakin sulit dalam pengerjaannya, kecuali untuk pekerjaan khusus dengan lokasi yang sudah mengandung air. Rumus perhitungan nilai *slump* adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai } slump = \text{Tinggi kerucut } abram - \text{Tinggi sampel uji(19)}$$

2. 2. 7. Perawatan Beton

Perawatan beton adalah proses memelihara dan menjaga beton untuk menghindari terjadinya retakan di dalam beton. Kondisi beton harus dijaga agar proses reaksi hidrasi kimia berlangsung sempurna. Perawatan beton dilakukan 1 x 24 jam setelah beton dicetak dan mengeras. Beton yang tidak dirawat mengakibatkan terjadinya penyusutan pada bagian luar lebih banyak dari bagian dalam, sehingga beton menjadi retak. Beton yang memiliki keretakan akan membuat kekuatannya menurun. Beton yang diberikan perawatan menghasilkan beton yang padat dan pengikatan antar penyusunnya lebih sempurna.

Perawatan beton bisa dilakukan dengan beberapa cara berikut :

1. *Water Curing*

Water curing adalah metode perawatan beton yang paling banyak digunakan. Metode perawatan ini menggunakan air sebagai medianya. Beton dimasukkan ke dalam bak perendaman hingga mencapai usia yang ditentukan.

2. *Membran Curing*

Metode perawatan ini juga menggunakan air sebagai medianya. Namun beton tidak direndam, melainkan dengan menutup beton menggunakan kain atau karung yang telah dibasahi. Hal ini bertujuan untuk menjaga kandungan air pada beton tidak menguap.

3. *Steam Curing*

Steam curing adalah salah satu metode perawatan yang umumnya hanya digunakan di tempat industri beton. Beton yang telah selesai dicetak akan dimasukkan ke dalam tempat khusus kemudian akan diberi uap dengan temperatur 80° – 150° C. Perawatan menggunakan uap terbagi dua, ada yang menggunakan tekanan tinggi, dan ada yang menggunakan tekanan rendah. Untuk waktu perawatan biasanya satu hari.

2. 2. 8. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan

1. Pengujian Berat Jenis

Berat jenis adalah nilai berat beton per satuan volume beton. Pengujian berat jenis dilakukan setelah sampel uji dikeluarkan dari tempat perawatan dan biarkan berada dalam suhu ruangan hingga kondisi sampel uji menjadi kering permukaan/SSD.

Berat jenis beton dihitung dengan rumus berikut :

$$B_j = W/V \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

W = Berat sampel uji (Kg)

V = Volume sampel uji (m³)

2. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan adalah perbandingan besarnya beban maksimum yang mampu di tahan sampel uji hingga hancur terhadap luas permukaan benda yang mendapat beban. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin uji kuat tekan. Pengujian dilakukan pada interval usia 7, 4, dan 28 hari. Beton akan mengalami kenaikan kuat tekan secara signifikan sampai pada usia beton 28 hari, namun setelah 28 hari kenaikan nilai kuat tekan beton tidak akan banyak.

Sampel uji diangkat dari tempat perawatan beberapa jam sebelum pengujian. Berdasarkan SNI 1974 2011 lama pengangkutan untuk pengujian, maksimal 6 jam untuk beton usia 7

hari dan 20 jam untuk beton usia 28 hari dengan kondisi sampel uji harus dilindungi dari rusak serta dijaga kelembabannya (Badan Standardisasi Nasional, 2011). Untuk sampel uji silinder akan dilakukan proses *capping* terlebih dahulu. *Capping* adalah proses mendatarkan permukaan sampel uji menggunakan belerang.

Nilai kuat tekan beton dihitung dengan rumus berikut :

$$KT = P/A \dots\dots\dots(21)$$

Keterangan :

KT = Kuat Tekan (Kg/mm² dikonversikan menjadi MPa)

P = Beban terbesar (Kg)

A = Luas permukaan (mm²)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang merupakan salah satu jenis dari metode penelitian kuantitatif yang mengumpulkan data melalui pengukuran, pengamatan, dan pengujian teori untuk menyelidiki pertanyaan, hipotesis, atau hubungan sebab akibat tertentu. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang biji karet pada campuran beton normal terhadap kuat tekan beton normal. Abu cangkang biji karet ditambahkan dengan variasi 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat total semen. Sampel uji yang digunakan adalah beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

3. 2. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.

3.2.2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Februari 2023 sampai bulan Juli 2023.

3. 3. Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah keterangan pertama atau data yang

diperoleh secara langsung pada pengujian, seperti pemeriksaan agregat, berat jenis, dan kuat tekan. Sedangkan data sekunder adalah data kedua, data yang tidak didapat secara langsung atau data yang didapat dari pihak atau penelitian lain yang sudah terlebih dahulu dilakukan. Data sekunder diperoleh dari buku, artikel, jurnal, tugas akhir, peraturan yang berlaku dan lain-lain.

3. 4. Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan beberapa pengujian, seperti pemeriksaan material, perencanaan campuran, pengujian berat jenis dan pengujian kuat tekan. Sedangkan data sekunder diambil dari beberapa sumber, seperti buku, artikel, jurnal, tugas akhir, Standar Nasional Indonesia (SNI), peraturan pemerintah dan lainnya.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang relevan, dibutuhkan instrumen serta bahan penunjang penelitian. Instrumen serta bahan yang dibutuhkan yakni diantaranya :

Alat yang digunakan untuk mendapatkan hasil penelitian adalah :

1. Mesin uji kuat tekan
2. Timbangan elektronik

Bahan yang digunakan untuk membuat sampel uji :

1. Semen

Semen yang digunakan untuk penelitian adalah jenis semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang diproduksi oleh PT. Semen Padang.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah agregat halus yang diambil dari hasil galian sungai Kampar yang berada di desa Pulau Tarap, kecamatan Kuok, kabupaten Kampar, provinsi Riau.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan diambil dari PT. UJK yang berlokasi di desa Pasir Sialang, kecamatan Bangkinang, kabupaten Kampar, provinsi Riau.

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian adalah air yang diambil dari sumber air bersih yang berada di dekatar kawasan Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.

5. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah berupa abu cangkang biji karet. Biji karet diperoleh dari perkebunan karet rakyat yang ada di desa Kuok. Untuk mendapatkan abu cangkang biji karet, peneliti memisahkan antara cangkang biji karet dengan isi biji karet, kemudian cangkang biji karet dibakar hingga menjadi abu.

3. 5. Prosedur Analisa Data

3. 5. 1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

1. Sampel uji
Sampel uji berupa agregat halus dan dengan jumlah sampel 3 buah.
2. Peralatan
 - a. Oven.
 - b. Timbangan elektronik.
 - c. Talam/wadah.
 - d. Tongkat pemadat dengan diameter 1,5 cm panjang 60 cm.
 - e. Alat perata.
 - f. Sendok cekung.
 - g. *Mould* (cetakan).
3. Prosedur pengujian
 - a. Pengujian berat isi kondisi gembur
 - 1) Ambil sampel uji sebanyak melebihi dari kapasitas *mould*.
 - 2) Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - 3) Hitung volume *mould* (V).
 - 4) Timbang berat *mould* (T).
 - 5) Masukkan sampel uji ke dalam *mould* menggunakan sendok cekung sampai penuh.
 - 6) Datarkan permukaan sampel uji dengan alat perata.

- 7) Timbang berat sampel uji serta *mould* (G).
 - 8) Taksir berat isi sampel uji.
- b. Pengujian berat isi kondisi padat
- 1) Ambil sampel uji sebanyak melebihi dari kapasitas *mould*.
 - 2) Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - 3) Hitung volume *mould* (V).
 - 4) Timbang berat *mould* (T).
 - 5) Masukkan sampel uji ke dalam *mould* sebanyak sepertiga volume *mould*, kemudian tusuk menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali. Ulangi langkah tersebut hingga sampel uji memenuhi *mould*.
 - 6) Datarkan permukaan sampel uji dengan alat perata.
 - 7) Timbang berat sampel uji serta *mould* (G).
 - 8) Taksir berat isi sampel uji.

3. 5. 2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

1. Sampel uji

Sampel uji berupa agregat halus dengan jumlah sampel 3 buah dengan berat masing-masing sampel 500 gram.

2. Peralatan

a. Oven.

- b. Timbangan.
 - c. Saringan dengan ukuran sesuai kebutuhan.
 - d. Alat pengguncang (*Electronic sieve shaker*).
 - e. Talam/wadah.
 - f. Kuas.
 - g. Sendok cekung.
3. Prosedur pengujian
- a. Ambil sampel uji dengan berat melebihi berat yang ditentukan.
 - b. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - c. Timbang sampel uji dengan berat 500 gram (W).
 - d. Susun saringan dari ukuran terbesar hingga terkecil.
 - e. Masukkan sampel uji ke dalam saringan lalu guncang dengan alat pengguncang.
 - f. Timbang berat sampel uji yang tertahan per ukuran saringan (E).

3. 5. 3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

1. Sampel uji
Sampel uji berupa agregat halus dengan jumlah sampel 2 buah dengan berat satu sampel 500 gram.
2. Peralatan
 - a. Timbangan.

- b. *Pycnometer*.
 - c. Oven.
 - d. Sendok cekung.
 - e. Corong.
 - f. Talam/wadah.
3. Prosedur pengujian
- a. Ambil sampel uji kondisi kering permukaan (SSD), timbang dengan berat 500 gram (S).
 - b. Timbang berat *pycnometer* yang berisi air hingga batas bacaan alat (B).
 - c. Masukkan sampel uji ke dalam *pycnometer*.
 - d. Guncang-guncang *pycnometer* hingga semua udara yang terperangkap di dalam material keluar.
 - e. Buang air yang melebihi batas bacaan *pycnometer*.
 - f. Timbang berat *pycnometer* yang berisi air dan sampel uji (C).
 - g. Diamkan sampel uji selama sehari semalam.
 - h. Keluarkan sampel uji dari *pycnometer*.
 - i. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan
 - j. Timbang berat sampel uji kondisi kering (A).

3. 5. 4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

1. Sampel uji

Sampel uji berupa agregat halus dalam kondisi sesuai di lapangan dengan jumlah sampel uji 3 buah sampel dengan berat sampel tidak ditetapkan.
2. Peralatan
 - a. Gelas ukur.
 - b. Gayung.
 - c. Ember.
 - d. Selang.
 - e. Sendok.
3. Prosedur pengujian
 - a. Masukkan sampel uji ke dalam gelas ukur.
 - b. Tambahkan air melebihi banyak pasir.
 - c. Guncang gelas ukur hingga semua pasir terguncang.
 - d. Biarkan sampel uji selama sehari semalam hingga pasir dan lumpur berpisah.
 - e. Ukur tinggi pasir (H_s).
 - f. Ukur tinggi lumpur (H_m).

3. 5. 5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

1. Sampel uji

Sampel uji berupa agregat halus dalam kondisi sesuai di lapangan dengan jumlah sampel 3 buah sampel dengan berat masing-masing sampel 500 gram.
2. Peralatan
 - a. Oven.
 - b. Sendok cekung.
 - c. Timbangan.
 - d. Talam/wadah.
3. Prosedur pengujian
 - a. Timbang sampel uji sesuai kondisi di lapangan dengan berat 500 gram (W_w).
 - b. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - c. Keluarkan sampel uji dari oven dan timbang berat sampel uji (W_d).

3. 5. 6. Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus

1. Sampel uji
 - a. Sampel uji berupa agregat halus sesuai kondisi di lapangan dengan jumlah sampel 3 buah.
 - b. Larutan NaOH 3%.

2. Peralatan
 - a. Botol gelas kaca.
 - b. Standar warna (*organic plate*).
3. Prosedur pengujian
 - a. Masukkan sampel uji sebanyak sepertiga volume botol.
 - b. Tambah senyawa NaOH 3% sebanyak tiga per empat volume botol.
 - c. Tutup botol kemudian kocok.
 - d. Diamkan selama sehari semalam.
 - e. Setelah didiamkan, bandingkan warna larutan yang dihasilkan oleh larutan NaOH 3% dengan agregat halus terhadap standar warna.

3. 5. 7. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

1. Sampel uji.

Sampel uji berupa agregat kasar dengan jumlah sampel 3 buah.
2. Peralatan
 - a. Oven.
 - b. Timbangan elektronik.
 - c. Talam/wadah.
 - d. Tongkat pemadat dengan diameter 1,5 cm panjang 60 cm.
 - e. Alat Perata.
 - f. Sendok cekung.

g. *Mould* (cetakan).

3. Prosedur pengujian

a. Pengujian berat isi kondisi gembur

- 1) Ambil sampel uji sebanyak melebihi dari kapasitas *mould*.
Ambil untuk 3 sampel.
- 2) Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
- 3) Hitung volume *mould* (V).
- 4) Timbang berat *mould* (T).
- 5) Masukkan sampel uji ke dalam *mould* menggunakan sendok cekung sampai penuh.
- 6) Datarkan permukaan sampel uji dengan alat perata.
- 7) Timbang berat sampel uji serta *mould* (G).
- 8) Taksir berat isi sampel uji.

b. Pengujian berat isi kondisi padat

- 1) Ambil sampel uji sebanyak melebihi dari kapasitas *mould*.
- 2) Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
- 3) Hitung volume *mould* (V).
- 4) Timbang berat *mould* (T).

- 5) Masukkan sampel uji ke dalam *mould* sebanyak sepertiga volume *mould*, kemudian tusuk menggunakan tongkat pemadat sebanyak 25 kali. Ulangi langkah tersebut hingga sampel uji memenuhi *mould*.
- 6) Datarkan permukaan sampel uji dengan alat perata.
- 7) Timbang berat sampel uji serta *mould* (G).
- 8) Taksir berat isi sampel uji.

3. 5. 8. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

1. Sampel uji
Sampel uji berupa agregat kasar dengan jumlah sampel 3 buah dengan berat masing-masing sampel 10.000 gram.
2. Peralatan
 - a. Oven.
 - b. Timbangan.
 - c. Saringan dengan ukuran sesuai kebutuhan.
 - d. Alat pengguncang (*Electronic sieve shaker*).
 - e. Talam/wadah.
 - f. Kuas.
 - g. Sendok cekung.
3. Prosedur pengujian
 - a. Ambil sampel uji dengan berat melebihi berat yang ditentukan.

- b. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
- c. Timbang berat sampel uji seberat 10.000 gram (W).
- d. Susun saringan dari ukuran terbesar hingga terkecil.
- e. Masukkan sampel uji ke dalam saringan. Karena jumlah sampel uji banyak, lakukan proses penyaringan secara bertahap.
- f. Guncang saringan menggunakan alat pengguncang.
- g. Timbang berat sampel uji yang tertahan per ukuran saringan (E).

3. 5. 9. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

1. Sampel uji

Sampel uji berupa agregat kasar dengan jumlah sampel 3 buah dengan berat tiap sampel 2.000 gram.
2. Peralatan
 - a. Timbangan elektronik.
 - b. Timbangan gantung.
 - c. Alat penggantung timbangan.
 - d. Keranjang besi.
 - e. Wadah perendaman agregat.
 - f. Kain atau handuk.
 - g. Oven.

- h. Talam/wadah.
3. Prosedur pengujian
- a. Ambil sampel uji dengan berat melebihi yang ditentukan.
 - b. Masukkan ke dalam wadah perendaman dan biarkan selama sehari semalam.
 - c. Keluarkan sampel uji dari wadah perendaman, lap sampel uji dengan handuk hingga kondisi sampel uji menjadi kering permukaan/SSD.
 - d. Timbang sampel uji kondisi kering permukaan/SSD dengan berat 2.000 gram (A).
 - e. Masukkan sampel uji ke keranjang besi.
 - f. Masukkan keranjang besi ke dalam wadah perendaman sambil di guncang- guncang untuk mengeluarkan udara yang terperangkap pada sampel uji.
 - g. Timbang berat sampel uji dalam keadaan jenuh air (B).
 - h. Masukkan sampel uji ke dalam talam.
 - i. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - j. Timbang berat sampel uji kondisi kering (C).

3. 5. 10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

1. Sampel uji

Sampel uji berupa agregat kasar dengan kondisi sesuai di lapangan sebanyak 3 buah sampel dengan berat tiap sampel 2.000 gram.
2. Peralatan
 - a. Timbangan.
 - b. Oven.
 - c. Talam/wadah.
3. Prosedur pengujian
 - a. Timbang berat sampel uji dengan kondisi sesuai di lapangan sebanyak 2.000 gram (Ww).
 - b. Masukkan sampel uji ke dalam oven dengan pengaturan suhu 100 ± 5 °C selama minimal satu hari hingga berat sampel uji konstan.
 - c. Keluarkan sampel uji dari oven dan timbang berat sampel uji kondisi kering (Wd).

3. 5. 11. Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet

1. Bahan
 - a. Biji karet.
 - b. Bensin.
2. Peralatan
 - a. Oven.
 - b. Palu.

- c. Wadah.
 - d. Korek api.
 - e. Tempat pembakaran.
 - f. Saringan.
3. Pelaksanaan
- a. Masukkan biji karet ke dalam oven pada suhu 100 ± 5 °C selama sehari semalam hingga biji karet kering.
 - b. Keluarkan biji karet, biarkan menjadi dingin.
 - c. Pecahkan biji karet dan pisahkan antara cangkang dengan isi biji karet
 - d. Masukkan cangkang biji karet ke dalam tempat pembakaran.
 - e. Teteskan sedikit bensin agar api mudah dihidupkan.
 - f. Bakar cangkang biji karet. Untuk mendapatkan abu cangkang biji karet yang baik, lakukan pembakaran secara bertahap agar arang sisa pembakaran terbakar sempurna hingga menjadi abu.
 - g. Ayak abu pembakaran untuk memisahkan antara abu dengan arang yang tersisa.

3. 5. 12. Pengujian *Slump*

- 1. Sampel uji
Campuran beton segar yang baru selesai diaduk.
- 2. Peralatan
 - a. Kerucut *abram*.
 - b. Tongkat penusuk.

- c. Pelat datar.
 - d. Sendok cekung.
 - e. Meteran/Penggaris.
3. Prosedur pengujian
- a. Basahi kerucut *abram*.
 - b. Letakkan kerucut *abram* di atas pelat datar, injak bagian telinga kerucut agar kerucut *abram* berdiri kokoh.
 - c. Isi cetakan sebanyak sepertiga volume kerucut, lalu tusuk sebanyak 25 kali secara merata. Ulangi langkah tersebut hingga campuran beton memenuhi kerucut
 - d. Ratakan permukaan sampel uji yang melebihi kapasitas kerucut.
 - e. Bersihkan semua sisa sampel uji yang terjatuh di atas pelat.
 - f. Angkat kerucut lurus ke atas tanpa mengganggu keruntuhan sampel uji secara perlahan.
 - g. Balikkan kerucut *abram* dan letakkan di samping sampel uji tanpa mengganggu sampel uji.
 - h. Ukur perbandingan tinggi kerucut *abram* dengan tinggi sampel uji.

3. 5. 13. Pengujian Berat Jenis

1. Sampel uji

Sampel uji berupa beton dengan cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

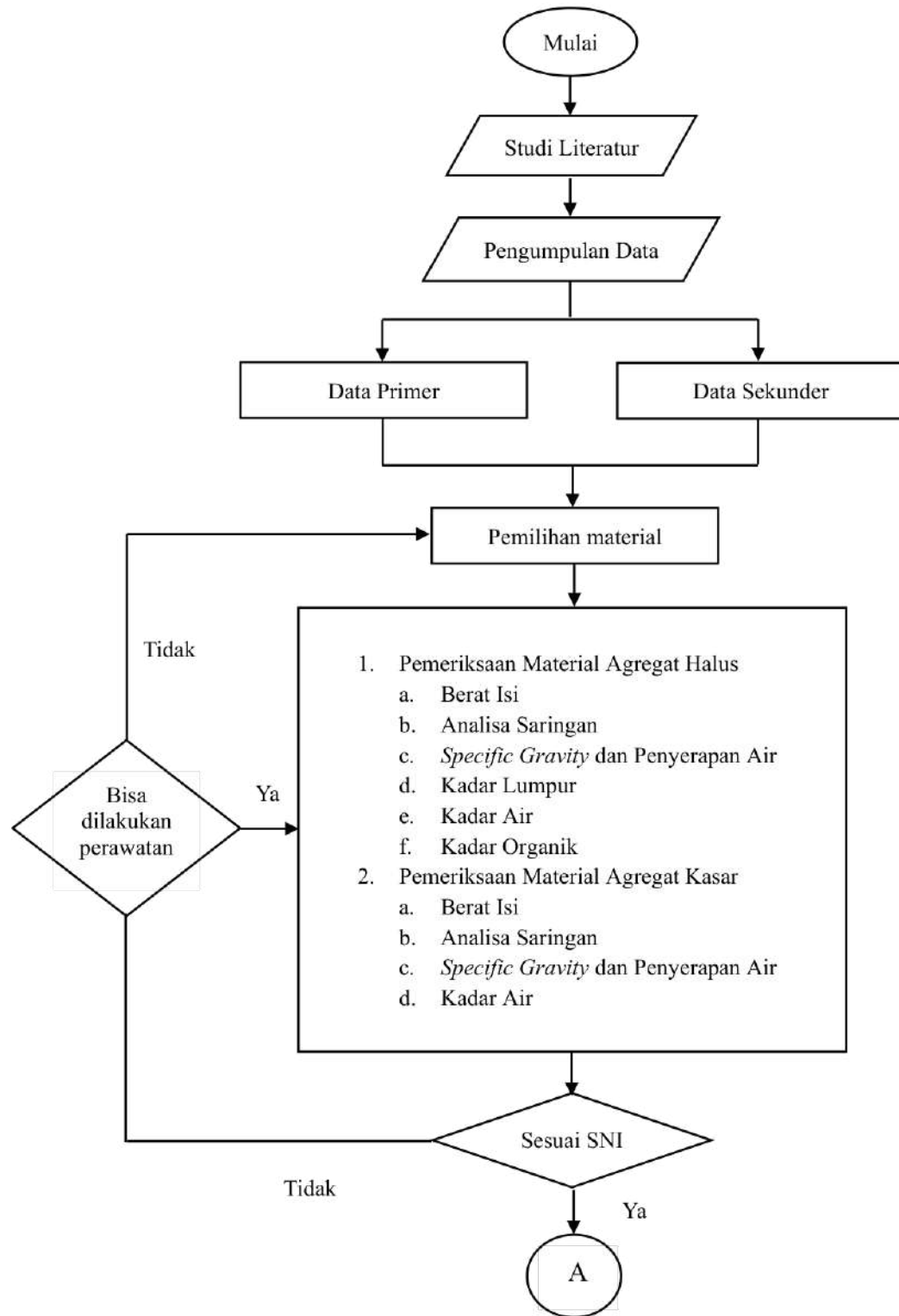
2. Peralatan
 - a. Kain lap / handuk.
 - b. Timbangan.
3. Posedur pengujian
 - a. Keluarkan sampel uji dari tempat perendaman.
 - b. Tentukan volume sampel uji dengan mengukur luas muka dan tinggi sampel uji (V).
 - c. Lap permukaan sampel uji, lalu angin-anginkan hingga sampel uji dalam kondisi kering permukaan/SSD.
 - d. Timbang berat sampel uji (W).
 - e. Hitung berat jenis sampel uji.

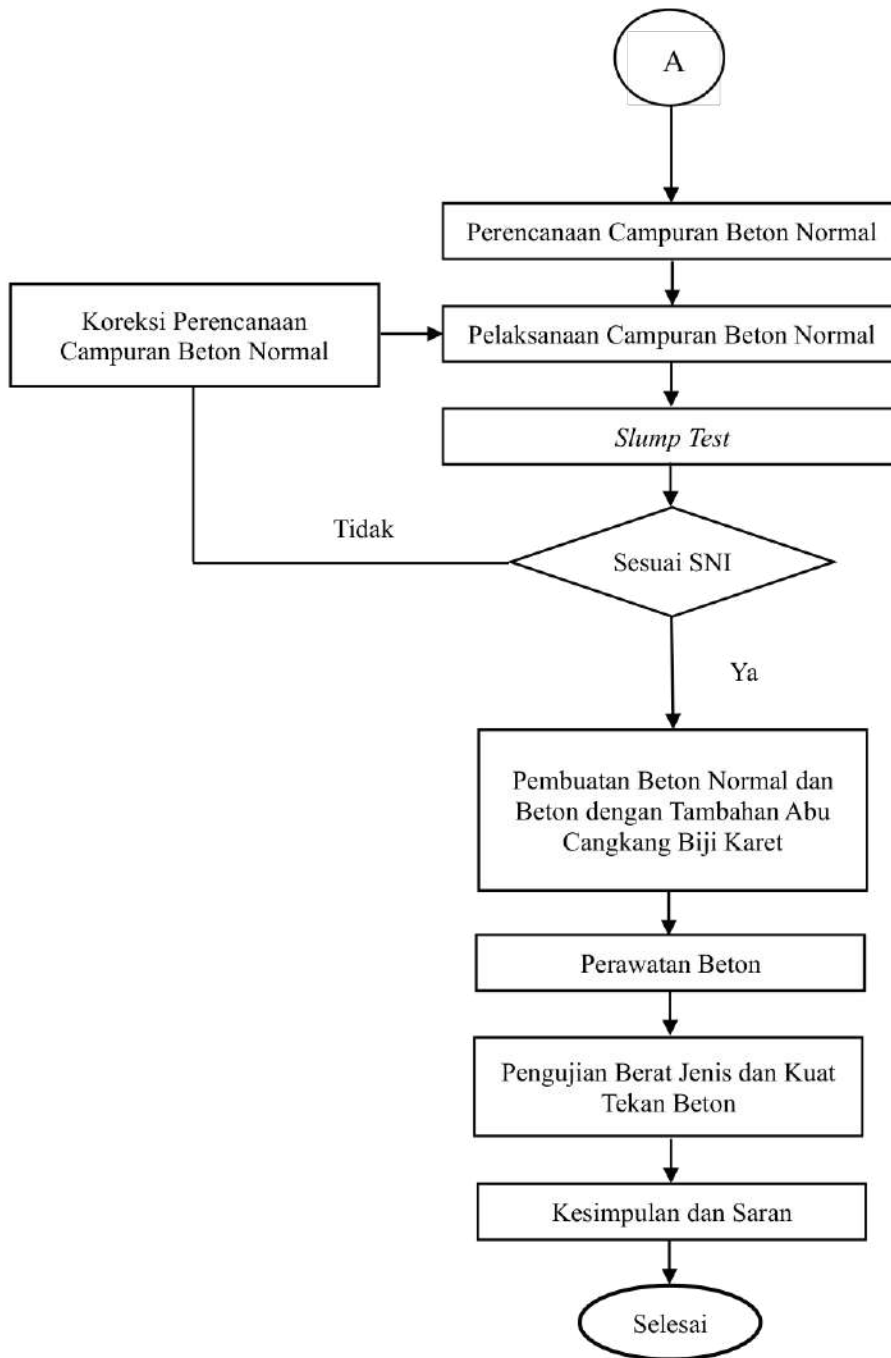
3. 5. 14. Pengujian Kuat Tekan

1. Bahan
 - a. Sampel uji berupa beton dengan cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
 - b. Belerang
 - c. Oli.
2. Peralatan
 - a. Kuas.
 - b. Alat *capping*.
 - c. Kompor.
 - d. Wajan.
 - e. Mesin uji tekan

3. Prosedur pengujian
 - a. Keluarkan sampel uji dari tempat perendaman, biarkan sampel uji berada di suhu ruang hingga hingga sampel uji kondisi menjadi kering permukaan/SSD.
 - b. Ukur diameter permukaan sampel uji untuk menentukan luas permukannya (A).
 - c. Masukkan belerang secukupnya ke dalam wajan, lalu panaskan hingga belerang mencair.
 - d. Oleskan oli pada alat *capping*
 - e. Tuang belerang cair ke alat *capping*.
 - f. Ambil sampel uji silinder, posisikan sampel uji dalam keadaan terbalik. Posisikan permukaan atas terletak di bawah.
 - g. Tekan sampel uji, pastikan keadaan sampel uji dalam kondisi benar-benar tegak lurus dan rapat dengan alat *capping*. Proses ini harus dilakukan dengan cepat karena belerang mudah mengeras.
 - h. Setelah belerang menjadi keras, lepaskan sampel uji dari alat *capping*.
 - i. Letakkan sampel uji pada alat uji kuat tekan.
 - j. Hidupkan mesin uji kuat tekan dan lakukan pengujian kuat tekan.
 - k. Catat besar beban maksimum yang diterima oleh sampel uji (P).

3.6. Bagan Alir Penelitian





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan material agregat halus adalah sebagai berikut :

4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan berat isi agregat halus dilakukan dengan menggunakan 3 sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (1) berikut di bawah ini :

a. Berat isi kondisi gembur

$$BI = (G - T) / V$$

$$BI = (8,566 - 3,181) / 5,671$$

$$BI = 0,950 \text{ kg/liter}$$

b. Berat isi kondisi padat

$$BI = (G - T) / V$$

$$BI = (9,388 - 3,181) / 5,671$$

$$BI = 1,095 \text{ kg/liter}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 4. 1 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

| Keterangan | Kondisi Gembur | | | Kondisi Padat | | |
|----------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | Sampel uji 1 | Sampel uji 2 | Sampel uji 3 | Sampel uji 1 | Sampel uji 2 | Sampel uji 3 |
| Volume Wadah (Liter) | 5,671 | 5,671 | 5,671 | 5,671 | 5,671 | 5,671 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Berat Sampel uji + Wadah (Kg) | 8,544 | 8,591 | 8,562 | 9,398 | 9,356 | 9,409 |
| Berat Wadah (Kg) | 3,181 | 3,181 | 3,181 | 3,181 | 3,181 | 3,181 |
| Berat Sampel uji (Kg) | 5,364 | 5,411 | 5,382 | 6,218 | 6,176 | 6,229 |
| Berat Isi (Kg/Liter) | 0,946 | 0,954 | 0,949 | 1,096 | 1,089 | 1,098 |
| Rata-rata | 0,950 | | | 1,095 | | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel 4.1 tersebut, didapati bahwa berat isi agregat halus kondisi gembur adalah sebesar 0,950 kg/liter, sedangkan berat isi kondisi padat adalah sebesar 1,095 kg/liter. Jika satuan liter dikonversikan menjadi meter kubik, maka berat isi agregat halus kondisi gembur adalah 950 kg/m³ dan berat isi agregat halus kondisi padat adalah 1.095 kg/m³.

4.1.2. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dilakukan dengan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (2), (3), (4) dan (5) berikut :

a. Saringan No. 4

$$\% T = (E / W) \cdot 100$$

$$= (0 / 500) \cdot 100$$

$$= 0 \%$$

$$\% T_k = \% T_k \text{ sebelumnya} + \% T$$

$$= 0 + 0$$

$$= 0 \%$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 0 \\ &= 100 \%\end{aligned}$$

b. Saringan No. 8

$$\begin{aligned}\% \text{ T} &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (2,25 / 500) \cdot 100 \\ &= 0,45 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 0 + 0,45 \\ &= 0,45 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 0,45 \\ &= 99,55 \%\end{aligned}$$

c. Saringan No. 16

$$\begin{aligned}\% \text{ T} &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (63 / 500) \cdot 100 \\ &= 12,6 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 0,45 + 12,6 \\ &= 13,05 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 13,05\end{aligned}$$

$$= 86,95 \%$$

d. Saringan No. 30

$$\begin{aligned} \% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (179 / 500) \cdot 100 \\ &= 35,8 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 13,05 + 35,8 \\ &= 48,85 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 48,85 \\ &= 51,15 \% \end{aligned}$$

e. Saringan No. 50

$$\begin{aligned} \% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (64 / 500) \cdot 100 \\ &= 12,8 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 48,85 + 12,8 \\ &= 61,65 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 61,65 \\ &= 38,35 \% \end{aligned}$$

f. Saringan No. 100

$$\begin{aligned}\% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (99 / 500) \cdot 100 \\ &= 19,8 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 61,65 + 19,8 \\ &= 81,45 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 81,45 \\ &= 18,55 \%\end{aligned}$$

g. Saringan No. 200

$$\begin{aligned}\% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (17 / 500) \cdot 100 \\ &= 3,4 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 81,45 + 3,4 \\ &= 84,85 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 84,85 \\ &= 15,15 \%\end{aligned}$$

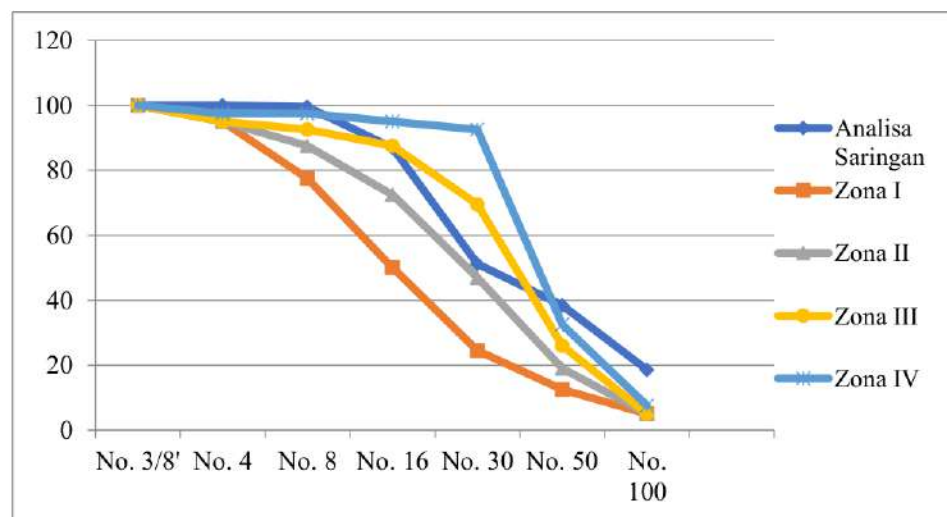
$$\begin{aligned}FM &= \text{Total} (\% Tk) / 100 \\ &= 290,3 / 100 \\ &= 2,903\end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 4. 2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

| No. saringan | Ukuran lubang saringan | Berat material tertahan | Persentase tertahan | Persentase tertahan kumulatif | Persentase lolos kumulatif |
|--------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | mm | gram | % | % | % |
| No. 4 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| No.8 | 2,36 | 2,25 | 0,45 | 0,45 | 99,55 |
| No.16 | 1,18 | 63 | 12,6 | 13,05 | 86,95 |
| No. 30 | 0,600 | 179 | 35,8 | 48,85 | 51,15 |
| No. 50 | 0,300 | 64 | 12,8 | 61,65 | 38,35 |
| No. 100 | 0,150 | 99 | 19,8 | 81,45 | 18,55 |
| No. 200 | 0,075 | 17 | 3,4 | 84,85 | 15,15 |
| Pan | | 75,75 | | | |
| TOTAL | | 500 | | | |
| FINE MODULUS | | | | 2,903 | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi



Gambar 4. 1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi)

Berdasarkan perhitungan, table dan grafik tersebut dapat diketahui nilai *fine modulus* dari agregat halus adalah 2,938. Dan jika disesuaikan dengan tabel 2.1 tentang pembagian zona agregat halus, maka agregat

halus yang digunakan termasuk ke dalam kategori zona II yang artinya memiliki ukuran butiran pasir yang cukup kasar.

4.1.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dilakukan dengan menggunakan 2 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (6), (7), (8) dan (9) berikut :

$$\begin{aligned} \text{BjK} &= A / (B + S - C) \\ &= 494,25 / (667 + 500 - 976,5) \\ &= 2,595 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BjSSD} &= S / (B + S - C) \\ &= 500 / (667 + 500 - 976,5) \\ &= 2,625 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BjS} &= A / (B + A - C) \\ &= 494,25 / (667 + 494,25 - 976,5) \\ &= 2,676 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= ((S - A) / A) \cdot 100 \\ &= ((500 - 494,25) / 494,25) \cdot 100 \\ &= 1,163 \% \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

| Uraian | | Nilai | Satuan |
|--------------------------|---|--------|--------|
| A | Berat sampel uji kondisi kering oven | 494,25 | Gram |
| B | Berat <i>pycnometer</i> + air | 667 | Gram |
| C | Berat <i>pycnometer</i> + air + sampel uji | 976,75 | Gram |
| S | Berat sampel uji kondisi jenuh kering permukaan | 500 | Gram |
| Berat jenis curah kering | | 2,595 | Gram |
| Berat jenis curah SSD | | 2,625 | Gram |
| Berat jenis semu | | 2,676 | Gram |
| Penyerapan air | | 1,163 | % |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berlandaskan perhitungan dan tabel 4.3 tersebut diketahui nilai berat jenis curah kering adalah 2,595 gram, berat jenis curah SSD adalah 2,625 gram, berat jenis semu sebesar 2,676 gram dan nilai penyerapan air adalah sebesar 1,163 %.

4.1.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan kadar lumpur menggunakan persamaan (10) berikut di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 KL &= (H_m / (H_m + H_s)) \cdot 100 \\
 &= (0,233 / (0,233 + 11,267)) \cdot 100 \\
 &= 2,022 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 4. 4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

| Uraian | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | Satuan |
|------------------------|----------|----------|----------|--------|
| Tinggi pasir | 11 | 11,3 | 11,5 | Cm |
| Tinggi lumpur | 0,2 | 0,2 | 0,3 | Cm |
| Kadar lumpur | 1,786 | 1,739 | 2,542 | % |
| Kadar lumpur rata-rata | 2,022 | | | % |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel 4.4 tersebut, nilai kadar lumpur agregat halus adalah 2,022 %. Dari hasil pengujian diketahui kadar lumpur agregat halus yang digunakan < 5%, yang mana dapat diartikan agregat halus memiliki kadar lumpur sedikit dan baik digunakan sebagai bahan penyusun beton.

4.1.5. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat halus dilakukan dengan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (11) berikut di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 KA &= ((W_w - W_d) / W_w) \cdot 100 \\
 &= ((500 - 491,8) / 500) \cdot 100 \\
 &= 1,64 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 4. 5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

| Uraian | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | Satuan |
|---------------------------------|----------|----------|----------|--------|
| Berat sampel (kondisi lapangan) | 500 | 500 | 500 | Gram |
| Berat sampel kering | 491 | 491,5 | 492,9 | Gram |
| Kadar air | 1,8 | 1,7 | 1,42 | % |
| Kadar air rata-rata | 1,64 | | | % |



Sumber : Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel 4.5 tersebut, dapat diketahui nilai kadar air agregat halus adalah 1,64 %

4.1.6. Pemeriksaan Kadar Organik

Pemeriksaan kadar organik dilakukan dengan menggunakan 3 buah sampel uji. Data yang dipakai adalah nilai rata-rata dari hasil pengujian. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini:

Tabel 4. 6 Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus

| Standar warna | Sampel uji | | |
|---------------|---|--|---|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 |
| No. 2 |  |  |  |

Sumber : Data Pribadi

Dari pengujian tersebut, diketahui warna yang dihasilkan oleh cairan NaOH 3% yang dicampurkan dengan agregat halus cocok dengan

| | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Berat Sampel uji + Wadah (Kg) | 7,675 | 7,684 | 7,546 | 8,432 | 8,440 | 8,510 |
| Berat Wadah (Kg) | 3,184 | 3,184 | 3,184 | 3,184 | 3,184 | 3,184 |
| Berat Sampel uji (Kg) | 4,491 | 4,500 | 4,363 | 5,249 | 5,257 | 5,326 |
| Berat Isi (Kg/Liter) | 0,792 | 0,794 | 0,769 | 0,925 | 0,927 | 0,939 |
| Rata-rata | 0,785 | | | 0,931 | | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel tersebut, diketahui bahwa berat isi agregat kasar kondisi gembur adalah sebesar 0,785 kg/liter. Sedangkan berat isi kondisi padat adalah sebesar 0,931 kg/liter. Jika satuan liter dikonversikan menjadi m³, maka berat isi agregat kasar kondisi gembur adalah 785 kg/m³ dan berat isi agregat kasar kondisi padat adalah 931 kg/m³.

4.2.2. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dilakukan dengan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (2), (3), (4) dan (5) berikut :

a. Saringan No. 1'

$$\begin{aligned}
 \% T &= (E / W) \cdot 100 \\
 &= (0 / 10.000) \cdot 100 \\
 &= 0 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% T_k &= \% T_k \text{ sebelumnya} + \% T \\
 &= 0 + 0 \\
 &= 0 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 0 \\ &= 100 \%\end{aligned}$$

b. Saringan No. 3/4'

$$\begin{aligned}\% \text{ T} &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (3.758 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 37,58 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 0 + 37,58 \\ &= 37,58 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 37,58 \\ &= 62,42 \%\end{aligned}$$

c. Saringan No. 1/2'

$$\begin{aligned}\% \text{ T} &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (5.118 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 51,18 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 37,58 + 51,18 \\ &= 88,76 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{Tk} \\ &= 100 - 88,76 \\ &= 11,24 \%\end{aligned}$$

$$= 11,24 \%$$

d. Saringan No. 3/8'

$$\begin{aligned} \% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (640 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 6,4 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 88,76 + 6,4 \\ &= 95,16 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 95,16 \\ &= 4,84 \% \end{aligned}$$

h. Saringan No. 4

$$\begin{aligned} \% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (104,5 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 1,045 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 95,16 + 1,045 \\ &= 96,205 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 96,205 \\ &= 3,795 \% \end{aligned}$$

i. Saringan No. 8

$$\begin{aligned}\% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (15,5 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 0,155 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 96,205 + 0,155 \\ &= 96,36 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 96,36 \\ &= 3,64 \%\end{aligned}$$

j. Saringan No. 16

$$\begin{aligned}\% T &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (2,5 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 0,025 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Tk &= \% Tk \text{ sebelumnya} + \% T \\ &= 96,36 + 0,025 \\ &= 96,385 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% Lk &= 100 - \%Tk \\ &= 100 - 96,385 \\ &= 3,615 \%\end{aligned}$$

k. Saringan No. 30

$$\% T = (E / W) \cdot 100$$

$$= (2 / 10.000) . 100$$

$$= 0,02 \%$$

$$\% \text{ Tk} = \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T}$$

$$= 96,385 + 0,02$$

$$= 96,405 \%$$

$$\% \text{ Lk} = 100 - \% \text{Tk}$$

$$= 100 - 96,405$$

$$= 3,595 \%$$

l. Saringan No. 50

$$\% \text{ T} = (E / W) . 100$$

$$= (12 / 10.000) . 100$$

$$= 0,12 \%$$

$$\% \text{ Tk} = \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T}$$

$$= 96,405 + 0,12$$

$$= 96,525 \%$$

$$\% \text{ Lk} = 100 - \% \text{Tk}$$

$$= 100 - 96,525$$

$$= 3,475 \%$$

m. Saringan No. 100

$$\% \text{ T} = (E / W) . 100$$

$$= (59,5 / 10.000) . 100$$

$$= 0,595 \%$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 96,525 + 0,595 \\ &= 97,12 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{ Tk} \\ &= 100 - 97,12 \\ &= 2,88 \%\end{aligned}$$

n. Saringan No. 200

$$\begin{aligned}\% \text{ T} &= (E / W) \cdot 100 \\ &= (49,5 / 10.000) \cdot 100 \\ &= 0,495 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Tk} &= \% \text{ Tk sebelumnya} + \% \text{ T} \\ &= 97,12 + 0,495 \\ &= 97,615 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ Lk} &= 100 - \% \text{ Tk} \\ &= 100 - 97,615 \\ &= 2,385 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{FM} &= \% \text{ Tk total} / 100 \\ &= 825,348 / 100 \\ &= 8,254\end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini:

Tabel 4. 8 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

| No. Saringan | Ukuran lubang saringan | Berat material tertahan | Persentase tertahan | Persentase tertahan kumulatif | Persentase lolos kumulatif |
|--------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | (mm) | (gram) | % | % | % |
| No. 1' | 25,4 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| No. 3/4' | 19,1 | 3.758 | 37,58 | 37,58 | 62,42 |
| No. 1/2' | 12,5 | 5.118 | 51,18 | 88,76 | 11,24 |
| No. 3/8' | 9,5 | 640 | 6,4 | 95,16 | 4,84 |
| No. 4 | 4,75 | 104,5 | 1,045 | 96,205 | 3,795 |
| No.8 | 2,36 | 15,5 | 0,155 | 96,36 | 3,64 |
| No.16 | 1,18 | 2,5 | 0,025 | 96,385 | 3,615 |
| No. 30 | 0,600 | 2 | 0,02 | 96,405 | 3,595 |
| No. 50 | 0,300 | 12 | 0,12 | 96,525 | 3,475 |
| No. 100 | 0,150 | 59,5 | 0,595 | 97,12 | 2,88 |
| No. 200 | 0,075 | 49,5 | 0,495 | 97,615 | 2,385 |
| Pan | | 238,5 | | | |
| TOTAL | | 10.000 | | | |
| FINE MODULUS | | | 8,254 | | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui ukuran maksimum dari agregat kasar yang digunakan. Untuk mengetahui nilai ukuran agregat maksimum, sesuaikan dengan tabel 2.2 tentang ukuran besar butir agregat maksimum. Diketahui ukuran maksimum agregat kasar berkisar antara 4,75 – 19 mm. Dan jika dilihat dari nilai persentase lolos kumulatif, nilai terbesar terletak pada ukuran 19 mm. Karena itu bisa disimpulkan bahwa ukuran butir maksimum agregat kasar adalah 19 mm.

4.2.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dilakukan dengan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan

nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (12), (13), (14) dan (15) berikut di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{BjK} &= A / (B - C) \\ &= 1.950,83 / (2.000 - 1.200) \\ &= 2,439 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BjSSD} &= B / (B - C) \\ &= 2.000 / (2.000 - 1.200) \\ &= 2,5 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BjS} &= A / (A - C) \\ &= 1.950,83 / (1.950,83 - 1.200) \\ &= 2,598 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= ((B - A) / A) \cdot 100 \\ &= ((2.000 - 1.950,83) / 1.950,83) \cdot 100 \\ &= 2,521 \% \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini:

Tabel 4. 9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

| Kegiatan | | Nilai | Satuan |
|--------------------------|---------------------------------------|----------|--------|
| A | Berat sampel uji kondisi kering oven | 1.950,83 | Gram |
| B | Berat sampel uji kondisi SSD di udara | 2.000 | Gram |
| C | Berat benda di dalam air | 1.200 | Gram |
| Berat jenis curah kering | | 2,439 | Gram |
| Berat jenis curah SSD | | 2,5 | Gram |

| | | |
|------------------|-------|------|
| Berat jenis semu | 2,598 | Gram |
| Penyerapan air | 2,521 | % |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel 4.9 tersebut diketahui nilai berat jenis curah kering adalah 2,439 gram, berat jenis curah SSD adalah 2,5 gram, berat jenis semu sebesar 2,598 gram dan nilai penyerapan air adalah sebesar 2,521 %.

4.2.4. Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat kasar dilakukan menggunakan 3 buah sampel uji. Perhitungan ini menggunakan nilai rata-rata dari hasil pemeriksaan agregat. Perhitungan pemeriksaan agregat menggunakan persamaan (11) berikut di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 KA &= ((W_w - W_d) / W_w) \cdot 100 \\
 &= ((2.000 - 1.938,38) / 2.000) \cdot 100 \\
 &= 3,081 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini :

Tabel 4. 10 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

| Uraian | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | Satuan |
|---------------------------------|----------|----------|----------|--------|
| Berat sampel (kondisi lapangan) | 2.000 | 2.000 | 2.000 | gram |
| Berat sampel kering | 1.941,25 | 1.942,35 | 1.931,55 | gram |
| Kadar air | 2,938 | 2,883 | 3,423 | % |
| Kadar air rata-rata | 3,081 | | | % |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan perhitungan dan tabel 4.10 tersebut, dapat diketahui kadar air agregat kasar adalah 3,081%.

4.3. Perencanaan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat yang telah dilakukan di atas, berikut perencanaan campuran beton normal untuk campuran tiap m³ beton :

1. Penentuan nilai *slump* rencana

Nilai *slump* rencana yang dipakai adalah 75 sampai 100 mm.

2. Ukuran besar butir agregat maksimum

Setelah dilakukan pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, diketahui ukuran butir agregat maksimum adalah 19 mm.

3. Perkiraan air pencampur dan kadar udara

Udara biasanya tidak disertakan dalam pembuatan beton normal. Campuran beton tanpa tambahan udara yang memiliki nilai *slump* 7,5 hingga 10 mm dan ukuran butiran agregat maksimum 19 mm memerlukan 205 kg air pencampur, sesuai dengan tabel 2.4 tentang persyaratan kadar air dan udara pencampur.

4. Rasio air-semen atau bahan bersifat semen

Beton normal yang akan dibuat memiliki kuat tekan rencana f'_c 18 MPa. Pada tabel 2.5 pemilihan rasio air-semen untuk beton mutu f'_c 18 MPa tidak tersedia, jadi gunakan rumus interpolasi seperti pada persamaan (16) untuk mengetahui berapa nilai rasio air-semennya.

$$\frac{18 - 15}{20 - 15} = \frac{Y - 0,79}{0,69 - 0,79}$$

$$Y = 0,79 + \frac{18 - 15}{20 - 15} (0,69 - 0,79)$$

$$Y = 0,73$$

Berdasarkan perhitungan interpolasi di atas, diketahui rasio air-semen untuk beton mutu $f'c$ 18 MPa adalah 0,73.

5. Perkiraan kadar semen

Perkiraan kadar semen diperoleh dari estimasi jumlah air dibagi dengan rasio air-semen.

$$KS = \frac{\text{Estimasi jumlah air}}{\text{Rasio air-semen}}$$

$$= \frac{205}{0,73}$$

$$= 280,822 \rightarrow 281 \text{ kg}$$

6. Menghitung estimasi jumlah agregat kasar

Banyaknya agregat kasar diperkirakan pada tabel 2.6. Untuk agregat kasar dengan ukuran besar butir agregat maksimum 19 mm dan nilai *fine modulus* (modulus kehalusan) agregat halus 2,903 tidak tersedia pada tabel 2.6, oleh karena kembali gunakan rumus interpolasi seperti pada persamaan (16) untuk menentukan nilai perkiraan kadar agregat kasar.

$$\frac{2,903 - 2,80}{3,00 - 2,80} = \frac{Y - 0,62}{0,60 - 0,62}$$

$$Y = 0,62 + \frac{2,903 - 2,80}{3,00 - 2,80} (0,60 - 0,62)$$

$$Y = 0,61$$

Dengan demikian volume agregat kasar per satuan volume beton adalah 0,61. Jika dikalikan dengan berat isi agregat kasar kondisi kering yaitu 0,931 kg/liter atau yang jika dikonversikan menjadi 931 kg/m³, perkiraan agregat kasar adalah 567,91 kg, atau dibulatkan menjadi 568 kg.

7. Menghitung estimasi jumlah agregat halus

Berdasarkan tabel 2.7, dengan perencanaan beton yang akan dibuat adalah beton tanpa tambahan udara dan dengan ukuran besar butir agregat maksimum 19 mm, diketahui perkiraan awal berat beton segar adalah 2.345 kg.

Untuk mengetahui perkiraan kadar agregat halus, maka lakukan perhitungan penentuan berat kadar agregat halus berdasarkan berat beton segar, gunakan persamaan (18) berikut di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Kadar ag. halus} &= W_{fc} - (W_c + W_g + W_w) \\ &= 2.345 - (281 + 568 + 205) \\ &= 1.291 \text{ kg} \end{aligned}$$

8. Koreksi kandungan air

Pengujian kadar air menunjukkan air yang terdapat pada agregat halus sebesar 1,634% dan kadar air agregat kasar sebesar 3,081%.

Oleh karena itu, penyesuaian berat agregat menjadi :

$$\text{Agregat halus} = 1.291 (1,016) = 1.311,656 \rightarrow 1.312 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat kasar} = 569 (1,031) = 586,639 \rightarrow 587 \text{ kg}$$

Air yang diserap agregat harus dikeluarkan dari air pencampur. Maka penyesuaian air pencampur adalah :

$$205 - 1.291(0,011) + 569(0,024) = 177,143 \text{ kg} \rightarrow 177 \text{ kg}$$

Untuk pelaksanaan pencampuran harus ditentukan takaran komposisi per variasi, karena jumlah penambahan abu cangkang biji karet berbeda-beda. Oleh karena itu tentukan dulu komposisi penyusun beton per satu variasi. Sampel uji yang digunakan merupakan sampel uji silinder. Cetakan silinder memiliki ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Maka volume 1 cetakan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= 3,14 \times 7,5^2 \times 30 \\ &= 5.298,75 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,00529875 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Karena total cetakan yang digunakan untuk satu jenis variasi adalah 9 buah, maka volume 1 variasi sampel uji adalah :

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 variasi} &= 9 \times 0,00529875 \\ &= 0,04768875 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Saat proses pencampuran beton, akan terjadi pengurangan komposisi beton karena beberapa hal, seperti campuran beton menempel pada alat, campuran beton terjatuh dan terbuang, dan lainnya. Oleh karena itu perlu diberi faktor keamanan sebesar 10 % dari berat total komposisi.

Maka komposisi beton untuk 1 variasi adalah :

$$\begin{aligned}\text{Air} &= (177 \times 0,04768875) + (10\%) \\ &= 8,441 + 0,844 \\ &= 9,93 \text{ kg} \\ \text{Semen} &= (281 \times 0,04768875) + (10\%) \\ &= 13,401 + 1,340 \\ &= 14,741 \text{ kg} \\ \text{Agregat kasar} &= (587 \times 0,04768875) + (10\%) \\ &= 27,993 + 2,799 \\ &= 30,792 \text{ kg} \\ \text{Agregat halus} &= (1.312 \times 0,04768875) + (10\%) \\ &= 62,568 + 6,257 \\ &= 68,825 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jumlah komposisi abu cangkang biji karet diambil dari bobot semen, oleh karena itu jumlah bahan tambah abu cangkang biji karet per variasi adalah :

$$\begin{aligned} \text{Abu cangkang biji} &= 3\% \times 14,741 \\ \text{karet variasi 3\%} &= 0,442 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu cangkang biji} &= 6\% \times 14,741 \\ \text{karet variasi 6\%} &= 0,884 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Abu cangkang biji} &= 9\% \times 14,741 \\ \text{karet variasi 9\%} &= 1,326 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.4. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* beton dilaksanakan sesaat setelah proses pengadukan campuran beton dilakukan. Hasil dari pengujian bisa dilihat pada tabel di bawah berikut :

Tabel 4. 11 Pengujian *Slump*

| Variasi abu cangkang biji karet | Tanggal pengujian | Tinggi kerucut <i>abram</i> | Tinggi rata-rata sampel uji | Nilai <i>slump</i> |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | cm | cm | cm |
| 0% | 26 Juni 2023 | 31 | 22,87 | 8,13 |
| 3% | 27 Juni 2023 | 31 | 24,87 | 6,13 |
| 6% | 28 Juni 2023 | 31 | 27,17 | 3,83 |
| 9% | 29 Juni 2023 | 31 | 28.80 | 2.20 |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Dari tabel 4.11 tersebut dapat diketahui bahwa nilai *slump* campuran beton mengalami penurunan seiring dengan semakin besarnya penambahan abu cangkang biji karet. Dapat diketahui nilai *slump* untuk variasi 0%, 3%, 6% dan 9% berturut-turut adalah 8,13 cm, 6,13 cm, 3,83 cm, 2,20 cm.

4.5. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan

4.5.1. Pengujian Berat Jenis

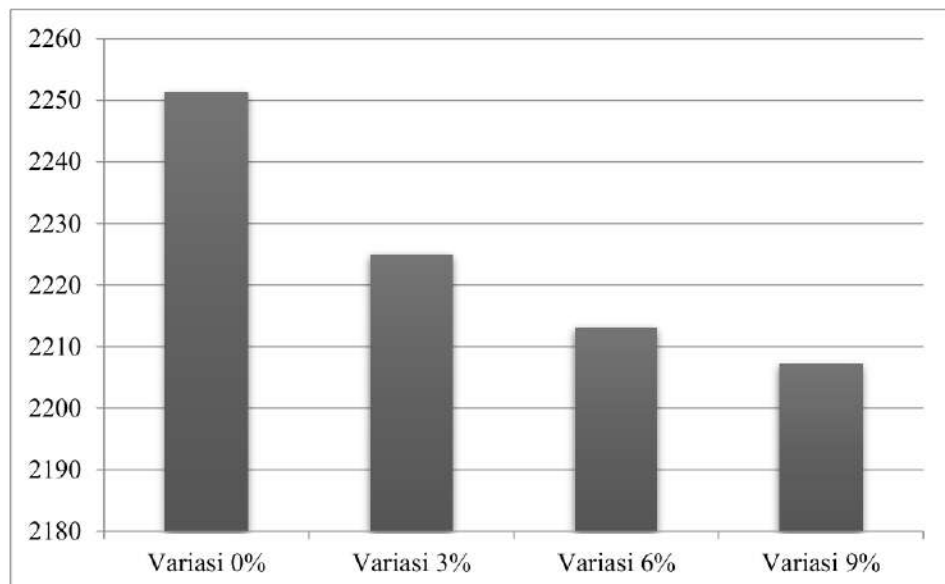
Hasil pengujian berat jenis beton dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini :

Tabel 4. 12 Pengujian Berat Jenis Beton

| Variasi | Usia (Hari) | No. Sampel | Berat (Kg) | Volume sampel uji (m ³) | Berat jenis (Kg/ m ³) | Berat jenis rata-rata (Kg/ m ³) | Berat jenis rata-rata per variasi (Kg/ m ³) |
|---------|-------------|------------|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 0% | 7 | 1 | 11.659 | 0,005298 75 | 2.200,330 | 2.228,82 | 2.251,31 |
| | | 2 | 11.999 | | 2.264,496 | | |
| | | 3 | 11.772 | | 2.221,656 | | |
| | 14 | 1 | 11.945 | | 2.254,305 | 2.256,94 | |
| | | 2 | 12.087 | | 2.281,104 | | |
| | | 3 | 11.845 | | 2.235,433 | | |
| | 28 | 1 | 11.875 | | 2.241,095 | 2.268,14 | |
| | | 2 | 12.127 | | 2.288,653 | | |
| | | 3 | 12.053 | | 2.274,687 | | |
| 3% | 7 | 1 | 11.653 | 0,005298 75 | 2.199,198 | 2.215,99 | 2.224,89 |
| | | 2 | 11.838 | | 2.234,112 | | |
| | | 3 | 11.735 | | 2.214,673 | | |
| | 14 | 1 | 12.02 | | 2.268,460 | 2.239,83 | |
| | | 2 | 11.776 | | 2.222,411 | | |
| | | 3 | 11.809 | | 2.228,639 | | |
| | 28 | 1 | 11.805 | | 2.227,884 | 2.218,82 | |
| | | 2 | 11.677 | | 2.203,727 | | |
| | | 3 | 11.789 | | 2.224,864 | | |
| 6% | 7 | 1 | 11.769 | 0,005298 75 | 2.221,090 | 2.223,48 | 2.213,04 |
| | | 2 | 11.698 | | 2.207,690 | | |
| | | 3 | 11.825 | | 2.231,658 | | |
| | 14 | 1 | 11.786 | | 2.224,298 | 2.220,08 | |
| | | 2 | 11.670 | | 2.202,406 | | |
| | | 3 | 11.735 | | 2.214,673 | | |
| | 28 | 1 | 11.601 | | 2.189,384 | 2.207,06 | |
| | | 2 | 11.781 | | 2.223,355 | | |
| | | 3 | 11.672 | | 2.202,784 | | |
| 9% | 7 | 1 | 11.593 | 0,005298 75 | 2.187,874 | 2.206,43 | 2.207,19 |
| | | 2 | 11.634 | | 2.195,612 | | |

| Variasi | Usia (Hari) | No. Sampel | Berat (Kg) | Volume sampel uji (m^3) | Berat jenis (Kg/m^3) | Berat jenis rata-rata (Kg/m^3) | Berat jenis rata-rata per variasi (Kg/m^3) |
|---------|-------------|------------|------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| | 14 | 3 | 11.787 | | 2.224,487 | 2.204,10 | |
| | | 1 | 11.623 | | 2.193,536 | | |
| | | 2 | 11.669 | | 2.202,218 | | |
| | 28 | 3 | 11.745 | | 2.216,561 | | |
| | | 1 | 11.798 | | 2.226,563 | 2.221,09 | |
| | | 2 | 11.725 | | 2.212,786 | | |
| | | 3 | 11.684 | | 2.205,048 | | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi



Gambar 4. 2 Grafik Berat Jenis Beton Rata-Rata Per Variasi
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi)

Dari tabel dan grafik di atas diketahui berat jenis beton rata-rata mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah kadar penambahan abu cangkang biji karet dalam campuran beton. Berat jenis rata-rata beton dengan penambahan abu cangkang biji karet variasi 0%, 3%, 6% dan 9% berturut-turut adalah 2.251,31 kg/m^3 , 2.224,89 kg/m^3 , 2.213,04 kg/m^3 dan 2.207,19 kg/m^3 .

4.5.2. Pengujian Kuat Tekan

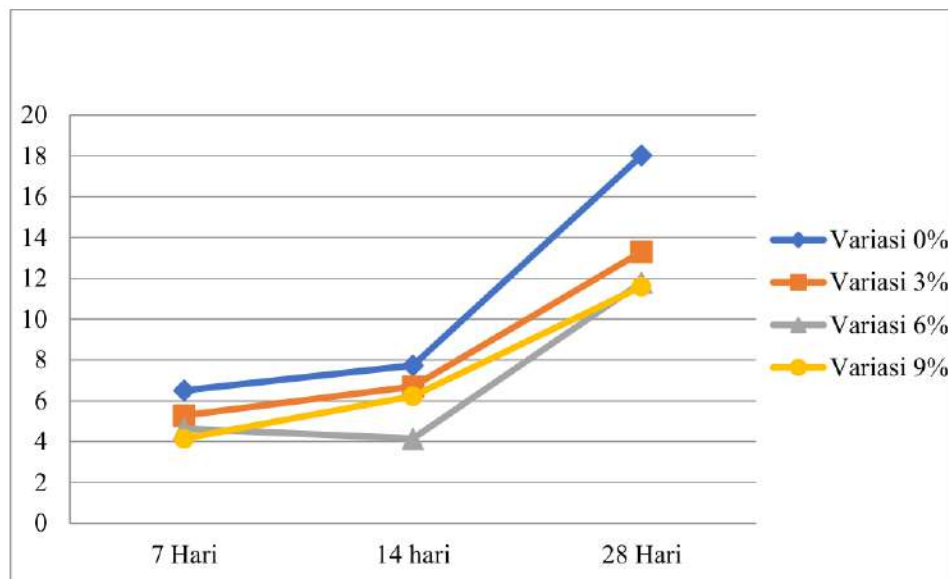
Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut :

Tabel 4. 13 Pengujian Kuat Tekan Beton

| Variasi | Usia (Hari) | No. Sampel | Luas muka sampel (m ²) | Bacaan alat (KN) | Kuat tekan (MPa) | Kuat tekan rata-rata (MPa) |
|---------|-------------|------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| 0% | 7 | 1 | 0,0176625 | 122,5 | 6,936 | 6,511 |
| | | 2 | | 132,5 | 7,502 | |
| | | 3 | | 90 | 5,096 | |
| | 14 | 1 | | 150 | 8,493 | 7,738 |
| | | 2 | | 135 | 7,643 | |
| | | 3 | | 125 | 7,077 | |
| | 28 | 1 | | 315 | 17,834 | 18,023 |
| | | 2 | | 320 | 18,118 | |
| | | 3 | | 320 | 18,118 | |
| 3% | 7 | 1 | 0,0176625 | 90 | 5,096 | 5,284 |
| | | 2 | | 100 | 5,662 | |
| | | 3 | | 90 | 5,096 | |
| | 14 | 1 | | 120 | 6,794 | 6,700 |
| | | 2 | | 130 | 7,360 | |
| | | 3 | | 105 | 5,945 | |
| | 28 | 1 | | 235 | 13,305 | 13,305 |
| | | 2 | | 240 | 13,588 | |
| | | 3 | | 230 | 13,022 | |
| 6% | 7 | 1 | 0,0176625 | 80 | 4,529 | 4,624 |
| | | 2 | | 95 | 5,379 | |
| | | 3 | | 70 | 3,963 | |
| | 14 | 1 | | 80 | 4,529 | 4,152 |
| | | 2 | | 70 | 3,963 | |
| | | 3 | | 70 | 3,963 | |
| | 28 | 1 | | 205 | 11,607 | 11,805 |
| | | 2 | | 210,5 | 11,918 | |
| | | 3 | | 210 | 11,890 | |
| 9% | 7 | 1 | 0,0176625 | 80 | 4,529 | 4,152 |
| | | 2 | | 80 | 4,529 | |
| | | 3 | | 60 | 3,397 | |
| | 14 | 1 | | 120 | 6,794 | 6,228 |
| | | 2 | | 90 | 5,096 | |

| Variasi | Usia (Hari) | No. Sampel | Luas muka sampel (m ²) | Bacaan alat (KN) | Kuat tekan (MPa) | Kuat tekan rata-rata (MPa) |
|---------|-------------|------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| | 28 | 3 | | 120 | 6,794 | 11,607 |
| | | 1 | | 210 | 11,890 | |
| | | 2 | | 195 | 11,040 | |
| | | 3 | | 210 | 11,890 | |

Sumber : Pengolahan Data Pribadi



Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi)

Dari tabel dan grafik di atas diketahui pada usia 28 hari, beton tanpa penambahan abu cangkang biji karet memiliki kuat tekan 18,023 MPa yang berarti beton normal mencapai kuat tekan rencana yaitu 18 MPa. Sedangkan untuk beton dengan penambahan abu cangkang biji karet mengalami penurunan nilai kuat tekan, seiring dengan semakin besar penambahan abu cangkang biji karet. Untuk nilai kuat tekan beton dengan penambahan abu cangkang biji karet variasi 3%, 6% dan 9% berturut-turut adalah 13,305 MPa, 11,805 MPa dan 11,607 MPa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang biji karet dengan variasi penambahan 0%, 3%, 6%, dan 9%, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan abu cangkang biji karet pada beton mampu mengurangi berat jenis beton normal. Semakin besar penambahan abu cangkang biji karet maka semakin besar pengurangan berat jenis beton. Hal ini dibuktikan oleh hasil pengujian berat jenis beton yang mana berat jenis beton dengan penambahan abu cangkang biji karet variasi 0%, 3%, 6% dan 9% mengalami penurunan berturut-turut $2.251,31 \text{ kg/m}^3$, $2.224,89 \text{ kg/m}^3$, $2.213,04 \text{ kg/m}^3$ dan $2.207,19 \text{ kg/m}^3$.
2. Penambahan abu cangkang biji karet menunjukkan pengaruh yang tidak baik pada kuat tekan beton. Kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah persentase penambahan abu cangkang biji karet. Dapat disimpulkan bahwa penambahan abu cangkang biji karet pada beton normal tidak mampu meningkatkan kekuatan beton, justru mengurangi kekuatan beton. Hal ini dibuktikan pada hasil pengujian kuat tekan beton usia 28 hari,

untuk variasi 0%, 3%, 6% dan 9% berturut-turut adalah 18,023 MPa, 13,305 MPa, 11,805 MPa dan 11,607 MPa.

3. Nilai *slump* beton menunjukkan pengaruh saat abu cangkang biji karet ditambahkan. Nilai *slump* turun saat persentase penambahan abu cangkang biji karet meningkat. Diasumsikan bahwa abu cangkang biji memiliki kemampuan daya serap terhadap air, sehingga pada saat proses pencampuran, abu cangkang biji karet menyerap sebagian air dan membuat campuran beton menjadi lebih kental dan kering. Hal ini dibuktikan pada pengujian *slump* pada saat proses pecampuran beton dengan nilai *slump* untuk beton dengan penambahan abu cangkang biji karet variasi 0%, 3%, 6% serta 9% berturut-turut yakni 8,13 cm, 6,13 cm, 3,83 cm, 2,20 cm.

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis ingin menyampaikan beberapa saran, yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan sampel uji berbentuk silinder. Untuk kedepannya, bisa dilakukan penelitian menggunakan sampel uji berbentuk kubus.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada beton normal. Untuk penelitian kedepannya bisa menggunakan jenis material konstruksi berbeda, seperti beton ringan, bata, paving dan lainnya.
3. Pada penelitian ini, abu cangkang biji karet dijadikan sebagai bahan penambah pada campuran beton normal. Untuk penelitian kedepannya

bisa dijadikan bahan pengganti material, seperti pengganti agregat halus atau semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *Pemeriksaan Kadar Lumpur (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A. Bahan Bangunan Bukan Logam)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. <https://sinausipil.com/file-sni-03-1968-1990-pengujian-analisa-saringan-agregat/>
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar atau Beton*. <https://akses-sni.bsn.go.id/view-sni/baca/1033>
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. <https://www.scribd.com/document/356683385/SNI-03-4804-1998-metode-pengujian-berat-isi-dan-rongga-udara-dalam-agregat-pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/9782>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/2895>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/3528>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/3527>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan*. <https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/655/sni-1971-2011-cara-uji-kadar-air-total-agregat-dengan-pengeringan.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/4579>
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/5047>

- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/5343>
- Dari, A. W., Frieda, & Meilawaty, O. (2021). Pengaruh Air Gambut Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik*, 5(1), 44–55.
- Ditjenbun Kementan Republik Indonesia. (2021). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021. In *Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2021/04/BUKU-STATISTIK-PERKEBUNAN-2019-2021-OK.pdf>
- Firman, Taufik, Kusyanto, & Nisa, C. (2018). Pemanfaatan Cangkang Buah Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Arang Aktif. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 110–115.
- Heldita, D. (2018). Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang, Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas). *TAPAK*, 8(1), 46–52.
- Janudjanto, Prahmono, A., Napitupulu, H., & Rahayu, S. (2013). *Informasi Panduan Budidaya Karet untuk Petani Skala Kecil*. <https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/BR13135.pdf>
- Johan Oberlyn Simanjuntak, Saragih, T. E., Lumbangaol, P., & Panjaitan, S. P. (2020). Beton Bermutu dan Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Limbah Abu Cangkang Sawit. *Jurnal Darma Agung*, 28(3), 387–401.
- Kemenko Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2022). *Memeratakan Pembangunan Ekonomi di Indonesia, Pemerintah Dorong Pengembangan PSN Prioritas di Berbagai Wilayah - Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik*. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/4660/memeratakan-pembangunan-ekonomi-di-indonesia-pemerintah-dorong-pengembangan-psn-prioritas-di-berbagai-wilayah>
- Kementerian Pertanian. (2021). *6 Negara Penghasil Karet Terbesar di Dunia*. <https://databoks.katadata.co.id/agroindustri/statistik/0595609e79c5a1e/6-negara-penghasil-karet-terbesar-di-dunia-ada-indonesia>
- Nurmaisah Harahap. (2022). *Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet terhadap*

Karakteristik Batako. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan.

Rahayu, A. (2019). *Rancang Bangun Sistem Informasi Akuntansi Penerimaan dan Pengeluaran Kas Pada TK. Assa'adatul Mahmudiyah Pabuaran*. 2010, 15–48. <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>

Safarizki, H. A., & Aji, W. (2020). Beton Ramah Lingkungan dengan Abu Sekam Padi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(2). <https://jurnal.uns.ac.id/jrrs/article/view/42978/30287>

Sofiani, Ulfiah, I. H., Fitriyanie, K., & Lucky. (2018). Rubber Tree (*Hevea Brasiliensis*) Cultivation In Indonesia and Its Economic Study. *Munich Personal RePEc Archive*, 90336.

LAMPIRAN 1

Pemeriksaan Material Agregat Halus dan Kasar

a. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus dan Kasar





b. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar





c. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Kasar

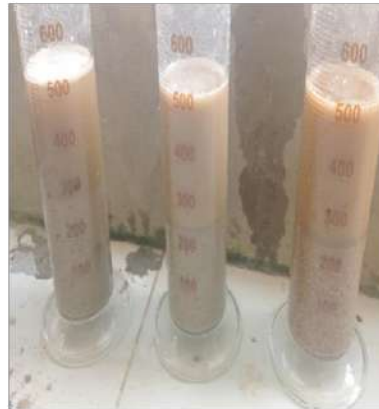




d. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Kasar



e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus



f. Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus



LAMPIRAN 2

Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet



LAMPIRAN 3

Perencanaan Campuran, Pengujian *Slump*, Pengujian Berat Jenis dan Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

1. Perencanaan Campuran



2. Pengujian *Slump*



3. Pengujian Berat Jenis



4. Pengujian Kuat Tekan

