

TUGAS AKHIR

**ANALISA KUAT TEKAN BETON DAN PENYERAPAN
AIR KOMBINASI *FILLER ABU AMPAS TEBU* DAN
BOTOL KACA SUBTITUSI PASIR
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh:

REZA SUHWANDI HARAHAHAP
1407210056



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Reza Suhwandi Harahap

NPM : 1407210056

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca *Substitusi* Pasir (*Studi Penelitian*)

Bidang ilmu : Struktur

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

Medan, 14 Agustus 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



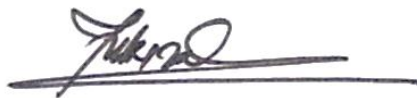
Ir. Ellyza Chairina, Msi

Dosen Pembimbing II / Peguji



Hj. Irma Dewi, ST, MSi

Dosen Pembanding I / Penguji



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

Dosen Pembanding II / Peguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Reza Suhwandi Harahap

Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 19 Desember 1996

NPM : 1407210056

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca *Subtitusi* Pasir”,

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Agustus 2018



Saya yang menyatakan,

Reza Suhwandi Harahap

ABSTRAK

ANALISA KUAT TEKAN BETON DAN PENYERAPAN AIR DENGAN KOMBINASI *FILLER* ABU AMPAS TEBU DAN BOTOL KACA *SUBSTITUSI PASIR*

Reza suhwandi harahap
1407210056

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.
Irma Dewi, ST,M.Si

Beton adalah suatu bahan bangunan yang tersusun dari campuran homogen antara semen, air dan agregat, dan jika diperlukan memerlukan bahan tambah atau penganti. Untuk mengetahui pengaruh bahan *filler* terhadap kuat tekan beton maka dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan penganti berupa abu ampas tebu yang bersumber dari limbah hasil sisa pengolahan minuman es tebu sedangkan botol kaca dari hasil limbah pembuangan sirup. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dengan menggunakan metode dan langkah-langkah yang dilakukan seperti pada saat praktikum beton. Setelah penelitian diketahui beton normal tanpa tambah *filler* didapat kuat tekan 50,2 MPa, beton normal ditambah abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5% didapat kuat tekan 55,06 MPa, beton normal ditambah abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10% didapat kuat tekan 50,62 MPa, beton normal ditambah abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% didapat kuat tekan 42,02 MPa, beton normal ditambah abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10% didapat kuat tekan 30,68 MPa. Sedangkan untuk penyerapan air terjadi kenaikan yang signifikan pada 4% + 10% yang di dapat sebesar 1,2% dari penyerapan air pada beton normal 0,56%. Melihat hasil penelitian dapat diambil kesimpulan penggunaan *filler* abu ampas tebu dan botol kaca yang berasal dari limbah sisa hasil pengolahan es tebu dan sirup berpengaruh terhadap kuat tekan beton dan penyerapan air. Abu ampas tebu dan botol kaca dapat menaikkan kuat tekan beton yang cukup signifikan tetap tidak lebih dari 4% untuk abu ampas tebu.

Kata kunci : Beton, Abu Ampas Tebu, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

STRONG CONCRETE PROPERTY ANALYSIS AND WATER APPLICATION WITH FILLER CANE PULP ASH SUBSTITUTE COMBINATION AND BOTTLE GLASS SUBSTITUTION SAND

Reza suhwandi harahap

1407210056

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

Irma Dewi, ST,M.Si.

Concrete is a building material are composed of a homogeneous mixture between cement, water and aggregate, and if necessary hungry for add or penganti. To know the influence of material filler to strong press concrete then done research by the use of penganti of ashes dregs of cane juice sourced from waste the results of the rest of processing drink ice cane while glass bottles from the waste disposal syrup. The study is done in the laboratory civil engineering muhammadiyah university north sumatra, by using the method and measures such as at the time lab work concrete. After the known concrete normal without added filler obtained strong press 50,2 mpa, concrete normal plus ashes dregs of cane juice and betol glass 2 % five days after % obtained strong press 55,06 mpa, concrete normal plus ashes dregs of cane juice and bottles glass 2 % + 10 % obtained strong press 50,62 mpa, concrete normal plus ashes dregs of cane juice and bottles glass 4 % five days after % obtained strong press 42,02 mpa, be tons normal plus ashes dregs of cane juice and bottles glass 4 % + 10 % obtained strong press 30,68 mpa. While for the absorption of water there was an increase in which is significant at 4 % + about 10 percent who in be amounting to 1.2 % from the absorption of water on the concrete normal 0,56 %. Looking at the result of research can be taken conclusion the use of filler ashes dregs of cane juice and glass bottle derived from waste the rest of the results of processing ice cane and syrup impact on strong press concrete and absorption of water. Ashes dregs of cane juice and a glass bottle can raise strong press concrete a significant still not more than 4 % to ashes dregs of cane juice.

Keywords : Concrete, Ashes of Bagasse, Strong Concrete Press

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Kuat Tekan Beton Dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca *Subtitusi* Pasir” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi, S.T, M.Si selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan Satu Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Ir. Rizal Harahap, dan Haslaini, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Faisal Arif Rangkuti, M. Fariz Afif Hasibuan, M. Iqbal hanafi, Yuda Pratama, Rido Noprianto, Yogi Ismayadi, Retno Sri Ayu Ningsih, Yuwinda Artika, Nirma Ramadani, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, 14 Agustus 2018

Reza Suhwandi Harahap

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR NOTASI | xv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Batasan Masalah | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Pengertian Beton | 6 |
| 2.2. Material Pembentuk Campuran Beton | 8 |
| 2.2.1. Semen | 8 |
| 2.2.2. Agregat | 10 |
| 2.2.3. Air | 16 |
| 2.2.4. Abu Ampas Tebu | 17 |
| 2.2.5. Botol Kaca | 18 |
| 2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993 | 20 |
| 2.4. Penyerapan Air Pada Beton | 28 |
| 2.5. <i>Slump</i> | 28 |
| 2.6. Perawatan Beton | 28 |
| 2.7. Pengujian Kuat Tekan | 29 |

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1. Bagan Alir Penelitian | 31 |
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian | 33 |
| 3.3. Bahan dan Peralatan | 33 |
| 3.2.1. Bahan | 33 |
| 3.2.2. Peralatan | 33 |
| 3.4. Persiapan Penelitian | 34 |
| 3.4.1. Persiapan | 34 |
| 3.4.2. Pemeriksaan Agregat | 34 |
| 3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir) | 34 |
| 3.5.1. Kadar Air Agregat Halus | 34 |
| 3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus | 35 |
| 3.5.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 36 |
| 3.5.4. Berat Isi Agregat Halus | 38 |
| 3.5.5. Analisa Saringan Agregat Halus | 38 |
| 3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah) | 41 |
| 3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar | 41 |
| 3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar | 42 |
| 3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar | 43 |
| 3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar | 44 |
| 3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar | 45 |
| 3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles | 48 |

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>) | 50 |
| 4.1.1. Data-data Campuran Beton | 50 |
| 4.2. Pembuatan Benda Uji | 56 |
| 4.3. <i>Slump Test</i> | 57 |
| 4.4. Penyerapan Air Pada Beton | 58 |
| 4.4.1. Penyerapan Air Pada Beton | 59 |
| 4.4.2. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 5% | 59 |

| | |
|---|----|
| 4.4.3. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 10% | 61 |
| 4.4.4. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 5% | 62 |
| 4.4.5. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 10% | 64 |
| 4.5. Kuat Tekan Beton | 65 |
| 4.5.1. Kuat Tekan Normal | 66 |
| 4.5.2. Kuat Tekan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 5% | 67 |
| 4.5.3. Kuat Tekan Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 10% | 69 |
| 4.5.4. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 5% | 71 |
| 4.5.5. Penyerapan Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 10% | 72 |
| 4.6. Pembahasan | 74 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 80 |
| 5.2. Saran | 81 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Persyaratan Mutu dari Sifat-sifat Kimia Semen | 8 |
| Tabel 2.2 | Batas Gradasi Agregat Halus | 10 |
| Tabel 2.3 | Batas Gradasi Agregat Kasar | 14 |
| Tabel 2.4 | Kandungan Zat Kimia Dalam Air yang Diizinkan | 16 |
| Tabel 2.5 | Kandungan Kimia Dalam Sebelum Pembakaran | 16 |
| Tabel 2.6 | Kandungan Kimia Dalam Sesudah Pembakaran | 17 |
| Tabel 2.7 | Kandungan Kaca | 18 |
| Tabel 2.8 | Kandungan Serbuk Kaca | 19 |
| Tabel 2.9 | Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji Yang Tersedia | 19 |
| Tabel 2.10 | Perkiraan Kadar Air Bebas yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton | 21 |
| Tabel 2.11 | Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktro Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus | 22 |
| Tabel 2.12 | ASTM C-39 Tahun 1993 Menganjurkan Agar Pengujian Kuat Tekan Tidak Kuluar dari Batasan Waktu yang Telah Ditoleransikan | 29 |
| Tabel 2.13 | Koefisien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Umur | 29 |
| Tabel 3.1 | Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus | 34 |
| Tabel 3.2 | Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus | 35 |
| Tabel 3.3 | Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 36 |
| Tabel 3.4 | Data Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus | 37 |
| Tabel 3.5 | Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus | 38 |

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 3.6 | Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar | 41 |
| Tabel 3.7 | Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar | 42 |
| Tabel 3.8 | Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar | 42 |
| Tabel 3.9 | Data-Data Dari Hasil Penyelidikan Berat Isi Agregat Kasar | 43 |
| Tabel 3.10 | Data Dari Hasil Penelitian Analisa Saringan Agregat Kasar | 44 |
| Tabel 3.11 | Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar | 47 |
| Tabel 4.1 | Perencanaan Campuran Beton | 49 |
| Tabel 4.2 | Banyak Agregat Kasar Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji | 52 |
| Tabel 4.3 | Banyak Agregat Halus Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji | 52 |
| Tabel 4.4 | Banyak Agregat Kasar Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 40 Benda Uji | 53 |
| Tabel 4.5 | Banyak Agregat Halus Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 40 Benda Uji | 53 |
| Tabel 4.6 | Hasil pengujian <i>Slump</i> | 56 |
| Tabel 4.7 | Hasil pengujian Penyerapan Air Beton Normal | 57 |
| Tabel 4.8 | Hasil pengujian Air Pada Beton Campuran AAT dan BT 2% + 5% | 58 |
| Tabel 4.9 | Hasil pengujian Air Pada Beton Campuran AAT dan BT 2% + 10% | 59 |
| Tabel 4.10 | Hasil pengujian Air Pada Beton Campuran AAT dan BT 4% + 5% | 60 |
| Tabel 4.11 | Hasil pengujian Air Pada Beton Campuran AAT dan BT 4% + 10% | 62 |
| Tabel 4.12 | Hasil pengujian Kuat Tekan Beton Normal | 64 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 4.13 | Hasil pengujian Kuat Tekan Beton Campuran AAT dan BT 2% + 5% | 66 |
| Tabel 4.14 | Hasil pengujian Kuat Tekan Beton Campuran AAT dan BT 2% + 10% | 68 |
| Tabel 4.15 | Hasil pengujian Kuat Tekan Beton Campuran AAT dan BT 4% + 5% | 69 |
| Tabel 4.16 | Hasil pengujian Kuat Tekan Beton Campuran AAT dan BT 4% + 10% | 71 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Gradasi pasir kasar | 11 |
| Gambar 2.2 | Gradasi pasir sedang | 11 |
| Gambar 2.3 | Gradasi pasir agak halus | 12 |
| Gambar 2.4 | Gradasi pasir halus | 12 |
| Gambar 2.5 | Gradasi agregat kasar | 14 |
| Gambar 2.6 | Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton | 20 |
| Gambar 2.7 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm | 23 |
| Gambar 2.8 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm | 23 |
| Gambar 2.9 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm | 24 |
| Grafik 2.10. | Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton. | 25 |
| Gambar 3.1 | Bagan alir penelitian | 31 |
| Gambar 3.2 | Gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang) | 40 |
| Gambar 3.3 | Gradasi agregat kasar diameter maksimum 37,5 mm | 46 |
| Gambar 4.1 | Beban tekan pada benda uji silinder | 63 |
| Gambar 4.2 | Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 28 hari | 74 |
| Gambar 4.3 | Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 14 hari | 74 |
| Gambar 4.4 | Grafik perbandingan kuat tekan pada umur 14 hari dan 28 hari | 75 |
| Gambar 4.5 | Persentase kuat tekan beton 28 hari | 76 |
| Gambar 4.6 | Persentase kuat tekan beton 14 hari | 76 |
| Gambar 4.7 | Grafik persentase penyerapan air 28 hari | 77 |
| Gambar 4.8 | Grafik persentase penyerapan air 14 hari | 78 |
| Gambar 4.9 | Grafik perbandingan persentasi penyerapan air 14 hari Dan 28 hari | 78 |

DAFTAR NOTASI

| | | | |
|----------|---|--------------------|-----------------------|
| $f'c$ | = | Kuat Tekan | (Mpa) |
| A | = | Luas Penampang | (cm ²) |
| P | = | Beban Tekan | (Kg) |
| Θ | = | Diameter | (cm) |
| S | = | Standar Deviasi | (Mpa) |
| n | = | Jumlah Benda Uji | (Buah) |
| Bj | = | Berat Jenis | (gr/cm ³) |
| V | = | Volume | (cm ³) |
| W | = | Berat | (Kg) |
| FM | = | Modulus Kekhalusan | - |
| t | = | Tinggi Benda Uji | (cm) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelaksanaan pembangunan yang saat ini dilakukan berakibat pada meningkatnya kebutuhan akan konstruksi, seperti jalan dan jembatan, perumahan atau gedung. Pada bidang konstruksi, material konstruksi yang paling disukai dan sering di pakai adalah beton. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya.

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, dan bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran dan kondisi perawatan pengerasannya.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penyelesaian, pemadatan beton dan perawatan beton.

Penggunaan bahan penambah (*filler*) pada beton telah banyak dilakukan guna mendapatkan beton yang lebih bermutu. Pada dasarnya *additive* beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah, memiliki keawetan seperti botol kaca dan abu ampas tebu. Indonesia sebagai negara berkembang dan serta mempunyai lahan pertanian dan perkebunan yang luas (negara agraris), tentu memiliki banyak penduduk yang aktifitasnya menyebabkan limbah setiap hari, baik itu limbah rumah tangga, limbah industri maupun limbah-limbah yang dihasilkan oleh pengolahan hasil-hasil alami tersebut. Serta pengelolaan terhadap

limbah juga masi sangat minim sehingga perlu dilakukan pemanfaatan ulang dari limbah tersebut.

Dalam pembuatan beton, pemilihan akan bahan-bahan yang digunakan sangat penting terutama untuk memperoleh mutu beton dengan sifat-sifat khusus yang diinginkan untuk tujuan tertentu dengan cara yang paling ekonomis. Bahan tambah tersebut ditambahkan kedalam campuran beton atau mortar, dan adanya bahan tambah ini diharapkan beton yang dihasilkan memiliki sifat yang lebih baik.

Dalam tugas akhir ini yang akan diteliti adalah analisa campuran abu ampas tebu (*cane pulp ash*) dan botol kaca terhadap kuat tekan beton dan penyerapan air *subtitusi* pasir.

Penggunaan abu ampas tebu (AAT) dan botol kaca (BT) tersebut di dasari pada penelitian (Rompas, 2013). Penelitian dilakukan memanfaatkan abu ampas tebu sebagai bahan penganti semen dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari volume semen. Hasil pengujian kuat tekan mengalami kenaikan nilai tertinggi pada persentase 5% pada penelitian beton telah membuktikan bahwa AAT telah berfungsi sebagai pozzolan dengan kuat tekan besar. Sedangkan untuk penggunaan botol kaca (BT) di dasari pada penelitian (Setyowati, 2014). Penelitian dilakukan memanfaatkan botol kaca sebagai bahan subtitusi pasir dengan persentase variasi sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5 dan 10% dari volume agregat halus. Hasil kuat tekan rata-rata tertinggi di capai pada persentase 2,5% dan 5% pada beton telah membuktikan bahwa BT dapat juga digunakan sebagai agregat halus tanpa mengurangi kuat tekan beton.

Untuk itu penulis mengadakan uji mempergunakan abu ampas tebu dan botol kaca dalam campuran beton, untuk mengetahui kuat tekan dan penyerapan air yang dihasilkan dengan bahan abu ampas tebu dan botol kaca tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk menghasilkan konstruksi beton yang baik diperlukan komposisi campuran beton yang baik, demikian pula dalam melaksanakan pekerjaan beton diperlukan ketelitian dan keahlian, sehingga hasilnya bisa menjadi pedoman yang

benar. Untuk itu ada beberapa permasalahan di dalam perencanaan dan pengujian sebagai berikut:

1. Mampukah kombinasi limbah ampas tebu dan botol kaca sebagai *filler* pada agregat halus untuk di pakai sebagai bahan campuran beton?
2. Apakah dengan penambahan kombinasi limbah abu ampas tebu dan botol kaca pada campuran beton dapat meningkatkan kualitas kuat tekan beton?
3. Bagaimana serapan air pada beton yang menggunakan limbah kombinasi abu ampas tebu dan botol kaca sebagai *filler* pada agregat halus?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Sehubung dengan luasan permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan di bahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan rencana beton yang di pakai pada penelitian ini sebesar 32,5 Mpa.
2. Pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang di berikan campuran limbah abu ampas tebu dan botol kaca sebagai *filler* pada agregat halus dan membandingkan hasilnya setelah perendaman 14 hari dan 28 hari.
3. Pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan botol kaca sebagai agregat halus sebanyak 2%+5%, 2%+10%, 4%+5%, dan 4%+10% dari berat pasir, dengan menggunakan kombinasi abu ampas tebu dan botol kaca yang lolos dari saringan no. 30 agregat halus dalam pembuatan beton untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan pada beton dengan membandingkannya dengan beton normal.
4. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
5. Penelitian ini menggunakan cetakan silinder ukuran 30x15 cm dengan sebanyak 4 buah sempel unuk masing-masing variasi.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kemampuan limbah dari kombinasi abu ampas tebu dan

botol kaca sebagai *filler* pada agregat halus campuran beton.

2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan kombinasi limbah abu ampas tebu dan botol kaca terhadap kuat tekan beton jika dibandingkan dengan beton normal
3. Untuk membandingkan hasil pengujian serapan air pada beton normal dan beton dengan campuran kombinasi limbah abu ampas tebu dan botol kaca.

1.5. Batasan Masalah

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari abu ampas tebu dan botol kaca, dan mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan beton normal dan beton yang memakai bahan tambah (*filler*) kombinasi dari abu ampas tebu dan botol kaca dengan persentase yang telah di tentukan. Dan apabila penelitian berhasil, diharapkan limbah kombinasi ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kedepanya.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari (Mulyono, 2004).

Beton pada umumnya digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyebrangan, struktur parkir dan sebagainya. Hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan, antara lain:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.

dalam pembuatan beton normal, langkah-langkah pekerjaannya meliputi :

- a. Pemeriksaan sifat bahan dasar.
- b. Penentuan kekuatan beton yang diinginkan.
- c. Perencanaan campuran adukan beton.
- d. Percobaan campuran adukan beton.
- e. Pengendalian (pemantauan dan evaluasi) selama pekerjaan pembetonan.

Adapun kelebihan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil

Adapun kekurangan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Beban yang berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberi baja tulangan atau tulang kasa.

Berdasarkan kuat tekan beton dibagi menjadi tiga klasifikasi (Mailler, 1992), yaitu:

- a. Beton normal, dengan kuat tekan kurang dari 50 MPa.
- b. Beton kinerja tinggi, dengan kuat tekan antara 50 MPa hingga 90 MPa.
- c. Beton kinerja sangat tinggi, dengan kekuatan lebih dari 90 MPa.

Klasifikasi tersebut didasarkan pada suatu pendekatan yang umum dipergunakan, yaitu berdasarkan karakteristik kuat tekan beton. Klasifikasi tersebut tidak dapat menjelaskan sifat-sifat sebenarnya dari beton. Beton berkinerja tinggi (beton mutu tinggi) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal.

Sedangkan terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum. (Mehta, 1986), yaitu:

1. Beton Ringan (*Light Weight Concrete/LWC*)

Beton ringan mempunyai berat 1800 kg/m^3 . Pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis (agregat alam) yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.

2. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*)

Beton yang mempunyai berat 2400 kg/m^3 dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.

3. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*)

Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya $> 3200 \text{ kg/m}^3$.

2.2. Material Pembentuk Campuran Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air dan bila mana diperlukan bahan tambah. Pada campuran ini, akan digunakan abu ampas tebu dan botol kaca sebagai pengganti agregat halus. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain:

2.2.1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat ini memainkan peranan yang penting dalam proses pengikatan adukan beton segar dan juga sebagai bahan pengisi. Semen merupakan bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis) dengan gips sebagai bahan tambah. Menurut ASTM C150 (1985), semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 atau SII.0013-81 yang diadopsi dari ASTM C150 (1985). Berikut adalah tabel yang menjelaskan persyaratan mutu dari sifat-sifat berbagai tipe semen berdasarkan ASTM C150 (1985). Pada Tabel 2.1 ini, disebutkan persentase batas-batas maksimum zat yang terkandung pada tipe semen. Tipe semen sendiri ada 5 macam, mulai dari tipe I, II, III, IV, dan V. Keseluruhan tipe ini memiliki perbedaan antara satu dengan yang lain, baik itu secara fungsional, tempat pemakaian, maupun ketahanan dan kelemahan terhadap zat tertentu.

Tabel 2.1: Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen (ASTM C150, 1985).

| Uraian | Tipe Semen | | | | |
|---|------------|-----|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V |
| MgO, % maksimum | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| SO ₃ , % maksimum | - | - | - | - | - |
| C ₃ A ≤ 8,0 % | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 2,3 | 2,3 |
| C ₃ A ≤ 8,0 % | 3,5 | - | 4,5 | - | - |
| Hilang Pijar, % maksimum | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| Bagian tak larut, % maksimum | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Alkali sebagai Na ₂ O, % maksimum | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| C ₂ S, % maksimum | - | - | - | 35 | - |
| C ₃ S, % maksimum | - | - | - | 40 | - |
| C ₃ A, % maksimum | - | 8 | 15 | 7 | 5 |
| C ₃ AF + 2C ₃ A, atau | - | - | - | - | 20 |
| C ₄ AF + C ₂ F, maksimum | - | - | - | - | 20 |
| C ₃ S + C ₃ A, % maksimum | - | 58 | - | - | - |

Penjelasan mengenai tipe semen yang disebutkan pada Tabel 2.2 adalah:

1. Semen Portland Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

merupakan semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus yang disyaratkan pada jenis lain. Contoh pemakaian: gedung, jalan raya, dan jembatan.

2. Semen Portland Tipe II (*Moderate Sulphate Resistance Cement*)

Merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang. Contoh pemakaian: dermaga, bendungan diatas tanah berawa, dan bangunan tepi pantai.

3. Semen Portland Tipe III (*High Early Strength Cement*)

Merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Contoh pemakaian: jalan layang dan landasan lapangan udara.

4. Semen Portland Tipe IV (*Low Heat Hydration*)

Merupakan semen dengan panas hidrasi yang rendah. Jenis ini khusus digunakan untuk penggunaan panas hidrasi serendah-rendahnya. Contoh pemakaian: bendungan, bangunan dengan massa besar.

5. Semen Portland Tipe V (*High Sulphate Resistance Cement*)

Merupakan semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Contoh pemakaian: dermaga, bangunan dipinggir pantai, bangunan di tanah berawa.

2.2.2. Agregat

Agregat merupakan bahan utama pembentuk beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi. Untuk beton ekonomis, campuran harus dibuat sebanyak mungkin agregatnya. Agregat yang baik adalah yang tidak bereaksi kimia dengan unsur-unsur semen. Agregat harus mempunyai distribusi sedemikian rupa, sehingga ukuran rongga-rongga antara agregat minimum. Ini berarti jumlah semen untuk beton yang mengisi rongga-rongga tersebut harus minimum. Agregat menempati 60% - 80% volume beton, sehingga karakteristik agregat akan menentukan kualitas beton walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini menjadi penting (Mulyono, 2004).

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

Agregat halus sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (*Surface area*) akan lebih besar. Agregat halus harus semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm (ASTM C33, 1982) yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

i. Pasir halus: \emptyset 0 - 1 mm

ii. Pasir Kasar: \emptyset 1 - 5 mm

Dari bentuk fisiknya, agregat halus mempunyai butiran yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca. Pengambilan sumber agregat halus dapat ditemukan pada sungai, galian dan laut. Hasil penghancuran batu pecah juga

disebut sebagai agregat halus. Namun untuk beton, agregat dari laut tidak diperbolehkan kecuali ada penanganan khusus.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- a. Mempunyai butiran yang halus.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- c. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- d. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

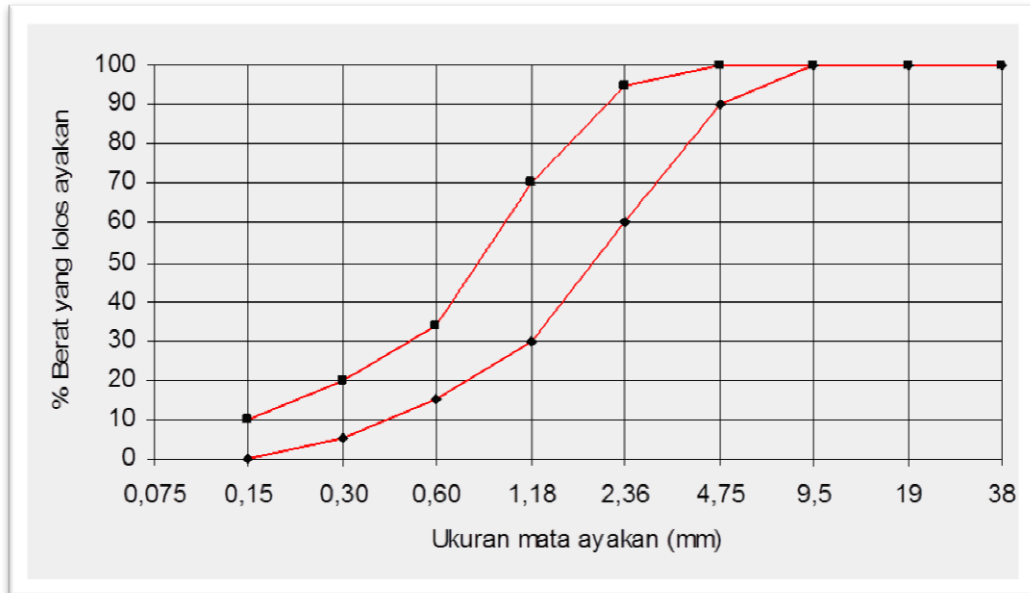
Ukuran yang sesuai dengan SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 - 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.2: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

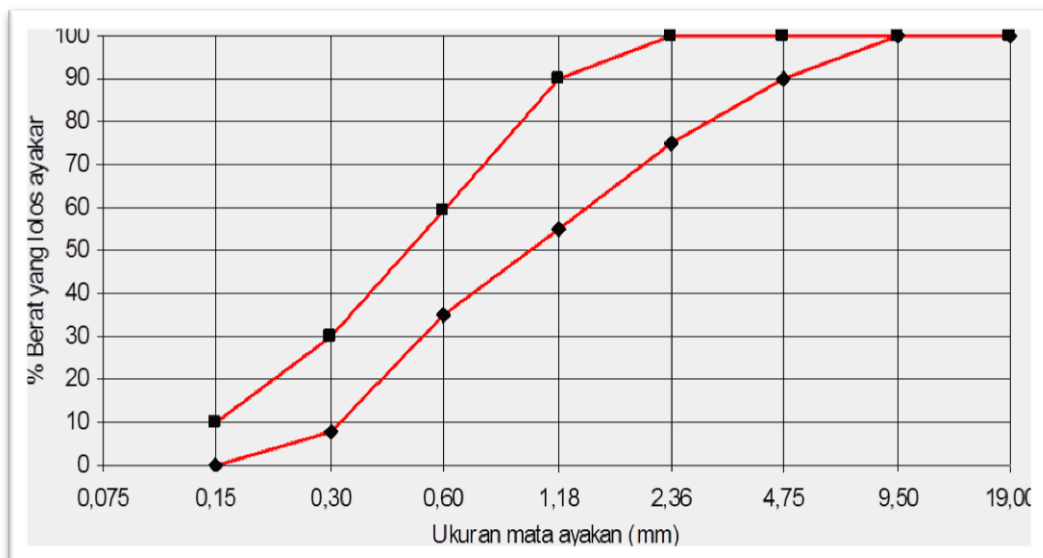
| Lubang Ayakan (mm) | No | Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan | | | |
|-----------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV |
| 10 | 3/8 in | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | No.4 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| 2,4 | No.8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

Keterangan : - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar

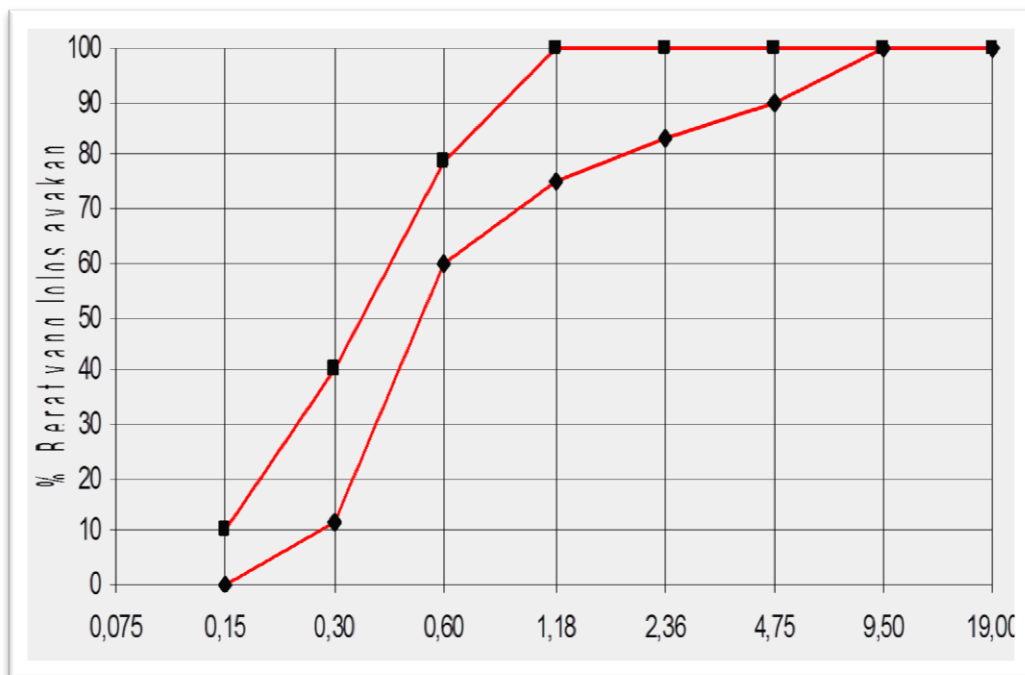
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
- Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



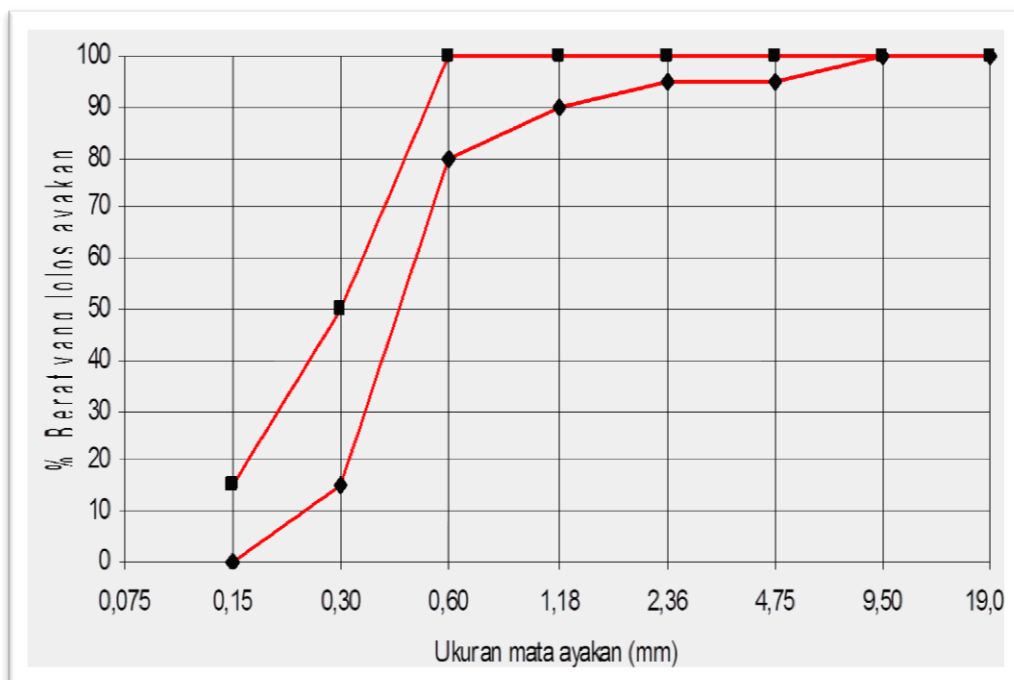
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SK. SNI T-15-1990-03).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SK. SNI T-15-1990-03).

Pemeriksaan dasar ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut (ASTM C33, 1986) agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil gesintergrasi alami dari batu-batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya agregat kasar memiliki ukuran minimum lebih besar dari 4,75 mm.

Menurut ASTM C 33 – 85 agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

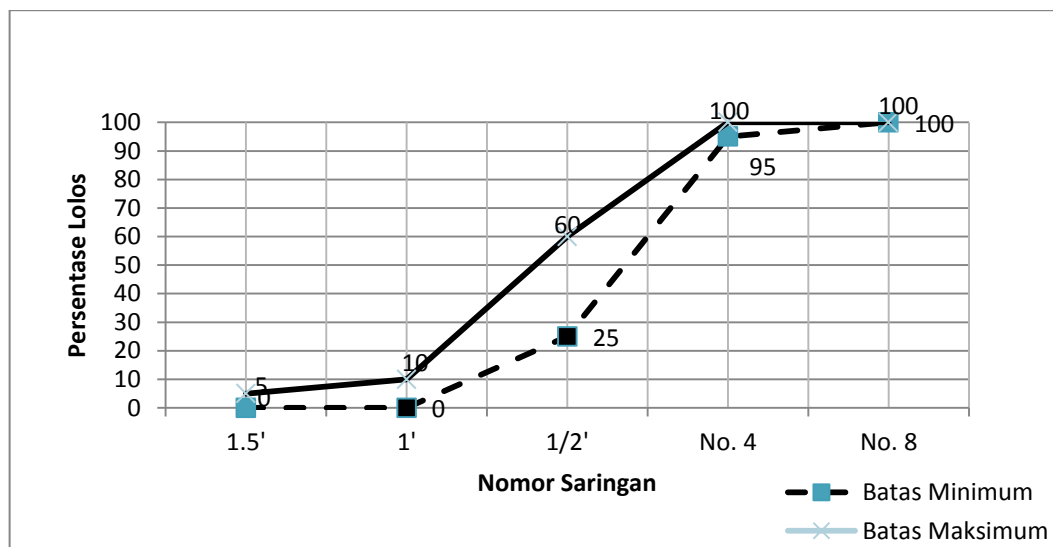
1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0 % berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60 % berat total, minimum 10 % berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.3 dan dijelaskan melalui Gambar 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm

| Lubang Ayakan (mm) | Minimum | Maksimum |
|--------------------|---------|----------|
| 37,5 (1,5 in) | 0 | 5 |
| 25 (1 in) | 0 | 10 |
| 12,5 (½ in) | 25 | 60 |
| 4,75 (No. 4) | 95 | 100 |
| 2,36 (No. 8) | 100 | 100 |



Gambar 2.5: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

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

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

5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.
7. Keausan agregat.

2.2.3. Air

Air merupakan material yang sangat penting dalam campuran beton dan harganya yang paling murah. Dalam pembuatan beton, air yang digunakan harus bersih dan bebas dari campuran bahan yang berbahaya seperti minyak, tumbuhan, dan kandungan lain. Air mempunyai pengaruh penting terhadap kekuatan dan kemudahan dalam pelaksanaan beton karena kelebihan air dapat menurunkan kekuatan beton dan dapat mengakibatkan beton menjadi *bleeding*. Yang mana air bersama semen akan bergerak keatas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituangkan. Kemudahan pelaksanaan pembuatan beton sangat bergantung pada air untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan jumlah air dengan semennya atau bisa disebut faktor air semen (*water cemen ratio*). Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan.

Proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, dan dapat dikonsumsi sebagai air minum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda-benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung alkali atau garam-garam yang terlarut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/lit.
5. Kandungan klorida tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_4 , dimana ppm adalah singkatan dari *part permillion* yaitu kandungan zat kimia yang masih diperbolehkan.
6. Dianalisa secara kimia dan mutunya dievaluasi menurut pemakaian.

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan

menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang akan dihasilkan akan berkurang kekuatannya.

Tabel 2.4: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

| Kandungan Unsur kimia | Konsentrasi (Maksimum) |
|--|------------------------|
| Chloride | |
| a. Beton prategang | 500 ppm |
| b. Beton bertulang | 1000 ppm |
| Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ k}_2\text{O}$) | 600 ppm |

2.2.4. Abu Ampas Tebu

Limbah sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Abu ampas tebu dihasilkan dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk *boiler* yang digunakan dalam proses produksi pembuatan gula di pabrik. Pengujian mengenai komposisi yang terkandung di dalam abu ampas tebu dilakukan untuk menghindari pemanfaatan abu ampas tebu yang kurang tepat. Pada Tabel 2.5. merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran.

Tabel 2.5: Hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran (Setiawan 2006).

| Senyawa Kimia | Persentase (%) |
|-------------------------|----------------|
| SiO_2 | 53 |
| Al_2O_3 | 4,3 |
| Fe_2O_3 | 7,5 |
| CaO | 6,6 |
| Lain-lain | 28,6 |

Dari hasil pembakaran abu ampas tebu pada Tabel 2.5 dapat diketahui bahwa kandungan silika belum memenuhi syarat ASTM yaitu sebesar $\geq 70\%$. Maka abu

ampas tebu tersebut dilakukan pembakaran pada suhu 600°C selama 2 jam (Wibowo dan Hatmoko, 2006). Pada Tabel 2.6 merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sesudah pembakaran.

Tabel 2.6: Hasil pengujian abu ampas tebu setelah pembakaran (Setiawan 2006).

| Senyawa Kimia | Persentase (%) |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 71 |
| Al ₂ O ₃ | 2,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 8,2 |
| CaO | 3,6 |
| Lain-lain | 14,7 |

2.2.5. Botol kaca

Botol kaca adalah suatu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Dipandang dari segi fisik kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunan yang saling berjauhan seperti dalam zat cair namun dia sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (*cooling*) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak sempat menyusu diri secara teratur. Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya. Sifat-sifat kaca yang khas dipengaruhi oleh keunikan *silika* (SiO₂) dan proses pembentukannya.

Kaca adalah bahan dibuat oleh silika kering dengan oksida dasar. Kekasaran dari kaca memberikan beton ketahanan terhadap abrasi yang hanya dapat dicapai oleh sedikit batu agregat alami. Kaca memiliki sifat-sifat khas dibanding dengan golongan kramik lainnya (Dian, 2011).

Karakteristik dari serbuk kaca dalam pembuatan beton adalah:

1. Kaca merupakan bahan yang tidak menyerap air atau *zero water absorption*.
2. Sifat kaca yang tidak menyerap air dapat mengisi rongga-rongga pada beton secara maksimal sehingga beton bersifar kedap air.

3. Kaca dalam hal ini adalah serbuk kaca mempunyai sifat sebagai pozzoland yang dapat meningkatkan kekuatan dari beton.
4. Kaca tidak mengandung bahan yang berbahaya, sehingga pada saat pengerjaan beton aman bagi manusia.
5. Serbuk botol kaca juga dapat digunakan sebagai bahan pengisi pori atau *filler*, sehingga diharapkan akan diperoleh beton yang lebih pada dengan porositas minimum sehingga kekuatan beton dapat meningkat.

Ada berapa kandungan kimia dalam serbuk botol kaca yaitu seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO seperti Tabel 2.7 dan 2.8 (Setiawan, 2006).

Tabel 2.7: Kandungan kaca (Setiawan, 2006).

| Jenis Kaca | <i>Clear Glass</i> | <i>Amber Glass</i> | <i>Green Glass</i> | <i>Pyrex Glass</i> | <i>Fused Silica</i> |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| SiO_2 | 73,2- 73,5 | 71,0-72,4 | 71,27 | 81 | 99,87 |
| Al_2O_3 | 1,7-1.9 | 1,7-,18 | 2,22 | 2 | - |
| $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ | 13,6-14,1 | 13,8-14,4 | 13,06 | 4 | - |
| $\text{CaO} + \text{MgO}$ | 10,7-10,8 | 11,6 | 12,17 | - | - |
| SO_3 | 0,2-0,24 | 0,12-0,14 | 0,052 | - | - |
| Fe_2O_3 | 0,04-0,05 | 0,3 | 0,599 | 3,72 | - |
| Cr_2O_3 | | 0,01 | 0,43 | 12,0-13,0 | - |

Tabel 2.8: Kandungan serbuk kaca (Hanafiah, 2011).

| Unsur | Serbuk Kaca |
|-------------------------|-------------|
| SiO_2 | 61,72% |
| Al_2O_3 | 3,45% |

| | |
|--------------------------------|-------|
| Fe ₂ O ₃ | 0,18% |
| CaO | 2,59% |

2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S)

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 2.9. pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.9: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834, 2000).

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

3. Penghitungan nilai tambah/margin (m):

$$\text{Nilai tambah (m)} = 1,64 \times S \quad (2.1)$$

4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.2.

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.2)$$

dengan

$$f'_{cr} = \text{Kuat tekan rata-rata perlu, MPa}$$

f_c = Kuat tekan yang disyaratkan, MPa
 m = Nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen *portland*

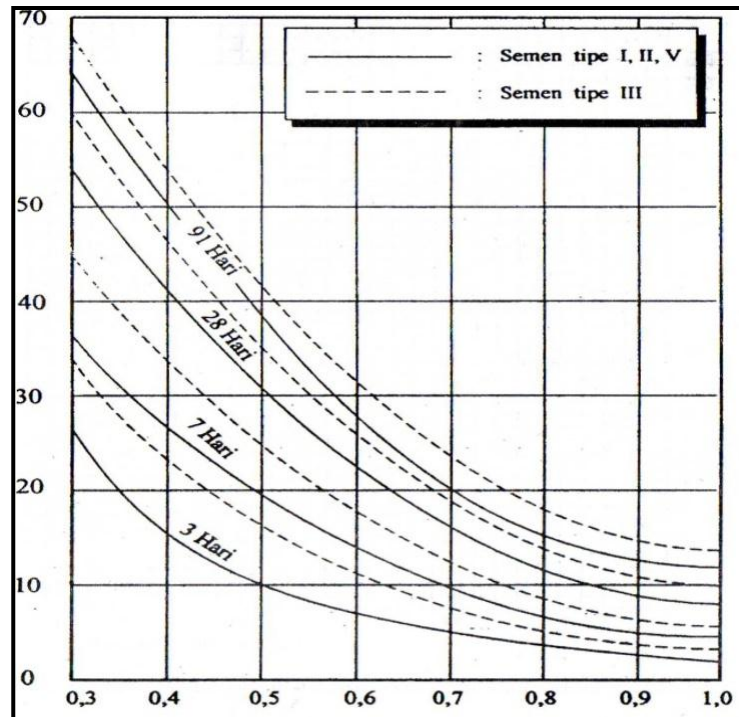
Pada cara ini dipilih semen *type I*.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diambil dari dari Gambar 2.6 berikut yang menjelaskan tentang hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder, (SK SNI 03- 2834-2000):



Gambar 2.6: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (SK SNI 03- 2834-2000) Faktor air semen maksimum.

8. Penetapan faktor air semen maksimum

9. Penetapan nilai slump.

Penetapan nilai slump ditentukan, berupa 0 - 10 mm, 10 - 30 mm, 30 - 60 mm atau 60 - 180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.10. sebagai berikut:

Tabel 2.10: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).

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

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut Pers. 2.3

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (2.3)$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan Pers. 2.4

$$W_{s_{mn}} = 1/F_{as} * W \text{ air} \quad (2.4)$$

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.7. Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun

nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.11: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834, 2000).

| Lokasi | Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg) | Nilai faktor Air-Semen Maksimum |
|---|--|---------------------------------|
| Beton di dalam ruang bangunan: | | |
| a. Keadaan keliling non-korosif | 275 | 0,60 |
| b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif | 325 | 0,52 |
| Beton di luar ruangan bangunan: | | |
| a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung | 325 | 0,60 |
| b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung | 275 | 0,60 |
| Beton masuk ke dalam tanah: | | |
| a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti | 325 | 0,55 |
| b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah | | Lihat Tabel 2.9 |
| Beton yang kontinyu berhubungan: | | |
| a. Air tawar | | Lihat Tabel 2.10 |
| b. Air laut | | 2.10 |

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

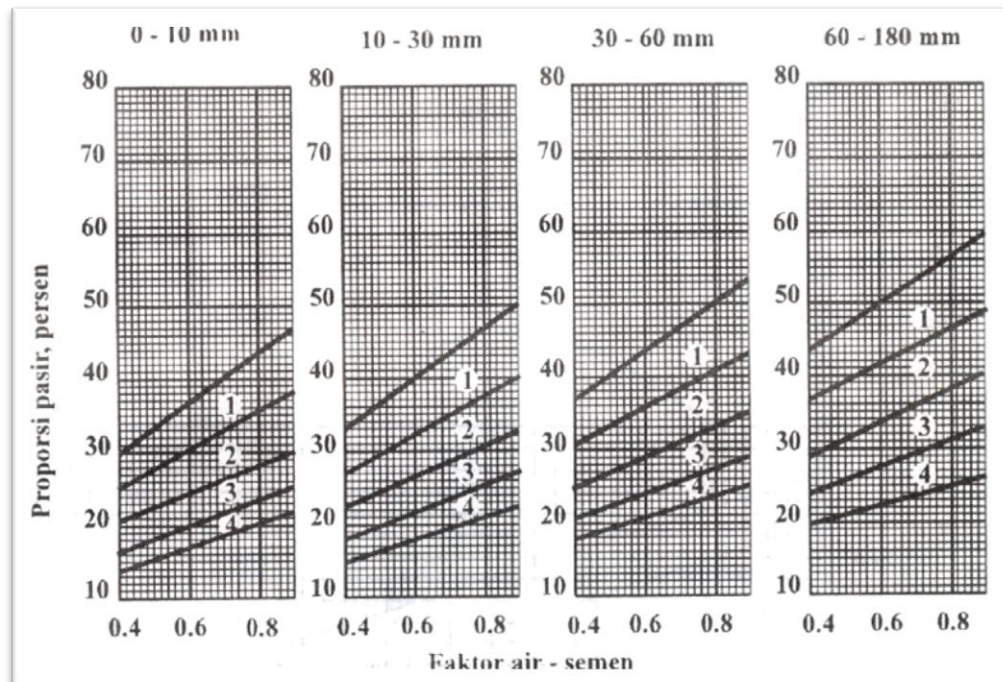
16. Penetapan jenis agregat halus

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

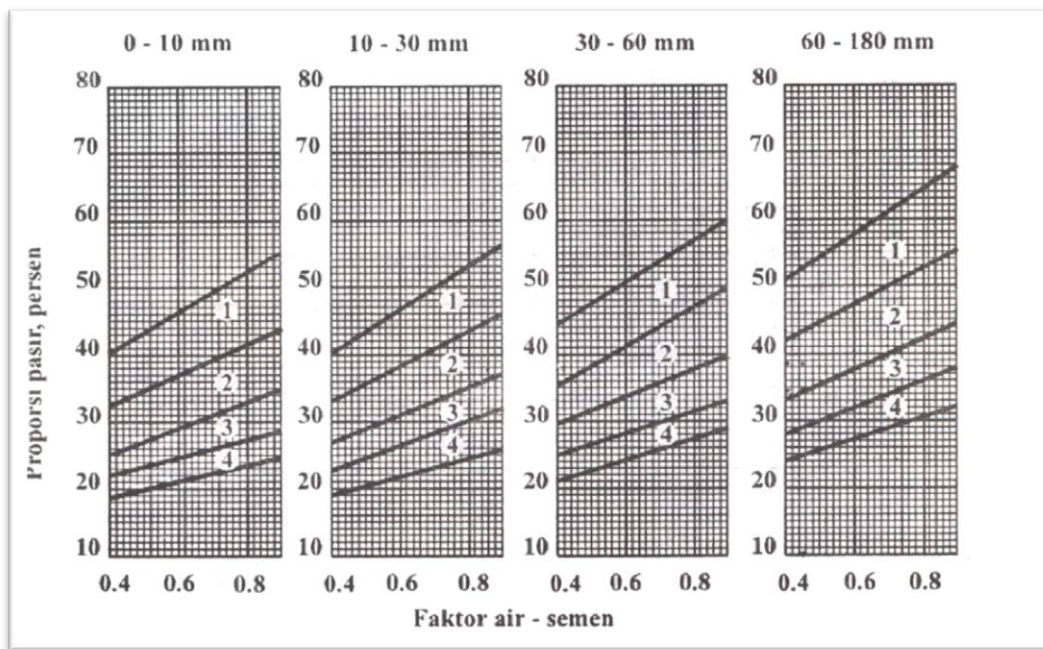
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.6.

18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

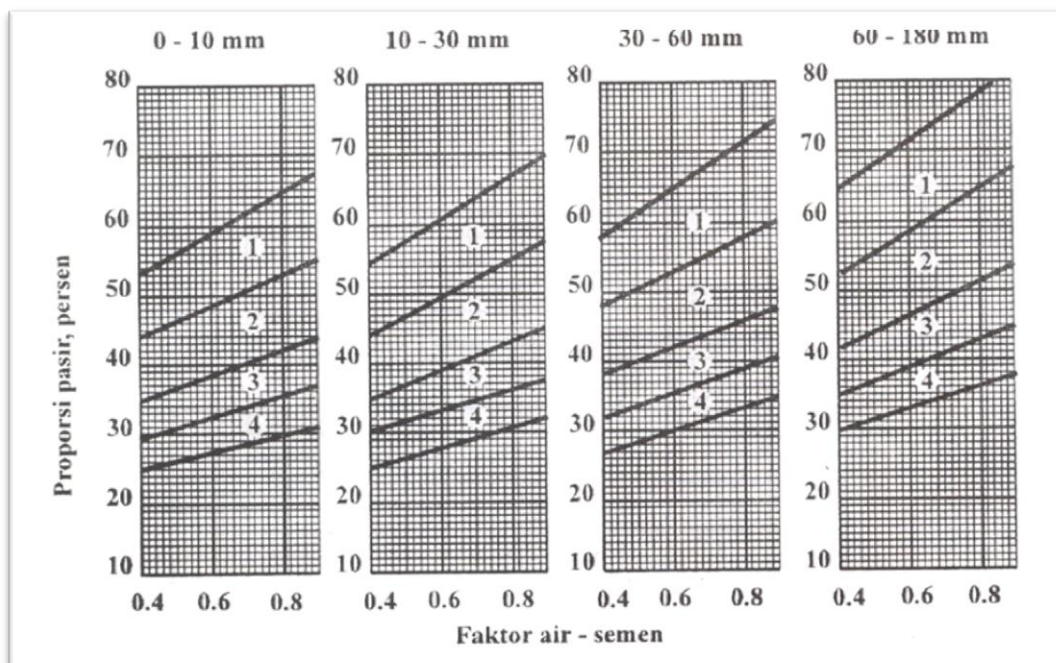
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut *slump* yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 - 2.9.



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.5.

$$\text{Dengan : } b_{j \text{ camp}} = k_h/100 \times b_{jh} + k_k/100 \times b_{jk} \quad (2.5)$$

Dimana :

$B_{j \text{ camp}}$ = berat jenis agregat campuran

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

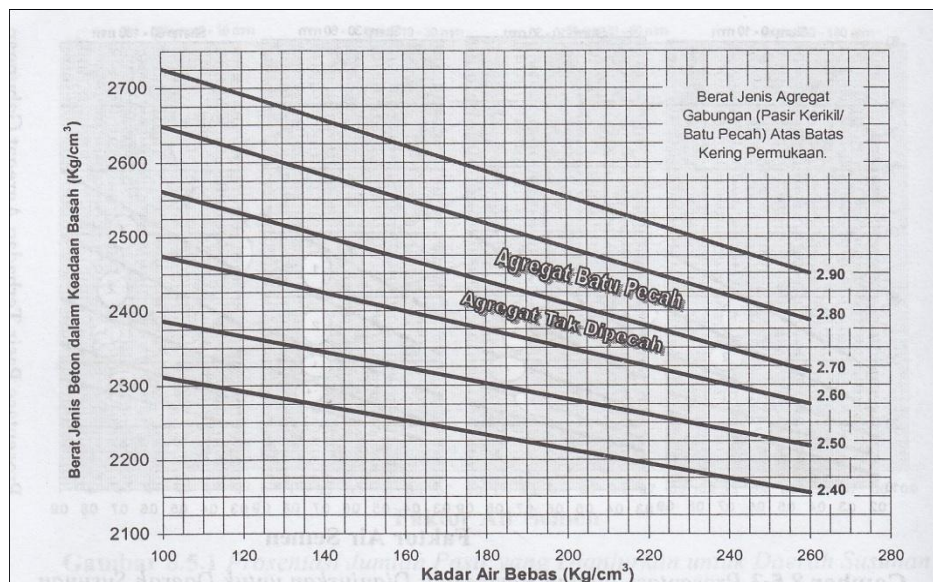
Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

B_j = 2,60 untuk agregat tak pecah/alami

B_j = 2,70 untuk agregat pecah.

20. Perkiraan berat beton

Perkiraan berat beton diperoleh dari:



Gambar 2.10: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

21. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.6.

$$W_{agr,camp} = W_{btm} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.6)$$

Dengan :

$W_{agr,camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg)

W_{btm} = Berat beton per meter kubik beton (kg)

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg)

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg)

22. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan Pers. 2.7.

$$W_{agr,h} = k_h \times W_{agr,camp} \quad (2.7)$$

Dengan:

k_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg)

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan Pers. 2.8.

$$W_{agr,k} = k_k \times W_{agr,camp} \quad (2.8)$$

Dengan:

k_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg)

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat

paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.9)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.10)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.11)$$

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m^3)

C adalah agregat halus (kg/m^3)

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3)

C_n adalah absorbsi air pada agregat halus (%)

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%)

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.4. Penyerapan air pada beton

Penyerapan air (*water absorption*) adalah banyak air yang dapat diserap oleh beton yang sudah jadi dari kondisi kering kondisi lapangan hingga kondisi basah pada saat perendaman 28 hari. Beton pada umumnya yang baik yaitu beton dengan penyerapan air yang sangat minim sehingga tidak mempengaruhi beton yang sudah jadi. Untuk perhitungan penyerapan air pada beton dapat digunakan Pers. 2.12.

$$\frac{B_k - B_o}{B_o} \times 100\% \quad (2.12)$$

Dengan:

B_k = Berat contoh beton kering awal.

B_o = Berat contoh kering akhir.

2.5. *Slump*

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan pengisi (*filler*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan ke dalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat seperti yang dijelaskan pada SNI 1972-2008.

2.6. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. *Water (Standar Curing)*

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Beton direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.

2. *Exposed Atmosfer*

Disini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.

3. *Saeled* atau *wropping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karun basah, film plastic atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80 - 150 C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

5. *Autoclave*

Perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.6. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive Strength*) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-ratanya tergantung pada karakteristik pemakain semen, penggunaan bahan lain pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan.

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan Pers. 2.13.

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.13)$$

Dimana :

f (saat pengujian) = Kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm²)

Tabel 2.12: ASTM C-39 tahun 1993 menganjurkan agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan.

| Umur Pengujian | Toleransi Waktu yang Diizinkan |
|----------------|--------------------------------|
| 24 jam | 0,5 jam atau 2,1 % |
| 3 hari | 2 jam atau 2,8 % |
| 7 hari | 6 jam atau 3,6 % |
| 28 hari | 20 jam atau 3,0 % |
| 90 hari | 48 jam atau 2,2 % |

Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah hari pengujian kuat tekan dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari dapat di lihat pada Pers. 2.14.

$$f(\text{estimasi 28 hari}) = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (2.14)$$

Dimana :

$f(\text{estimasi 28 hari})$ = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm²)

$f(\text{saat pengujian})$ = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)

koefisien = koefisien dari umur beton

Tabel 2.13: Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

| | | | | |
|-------------|------|------|------|------|
| Umur (hari) | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Koefisien | 0,65 | 0,88 | 0,95 | 1.00 |

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

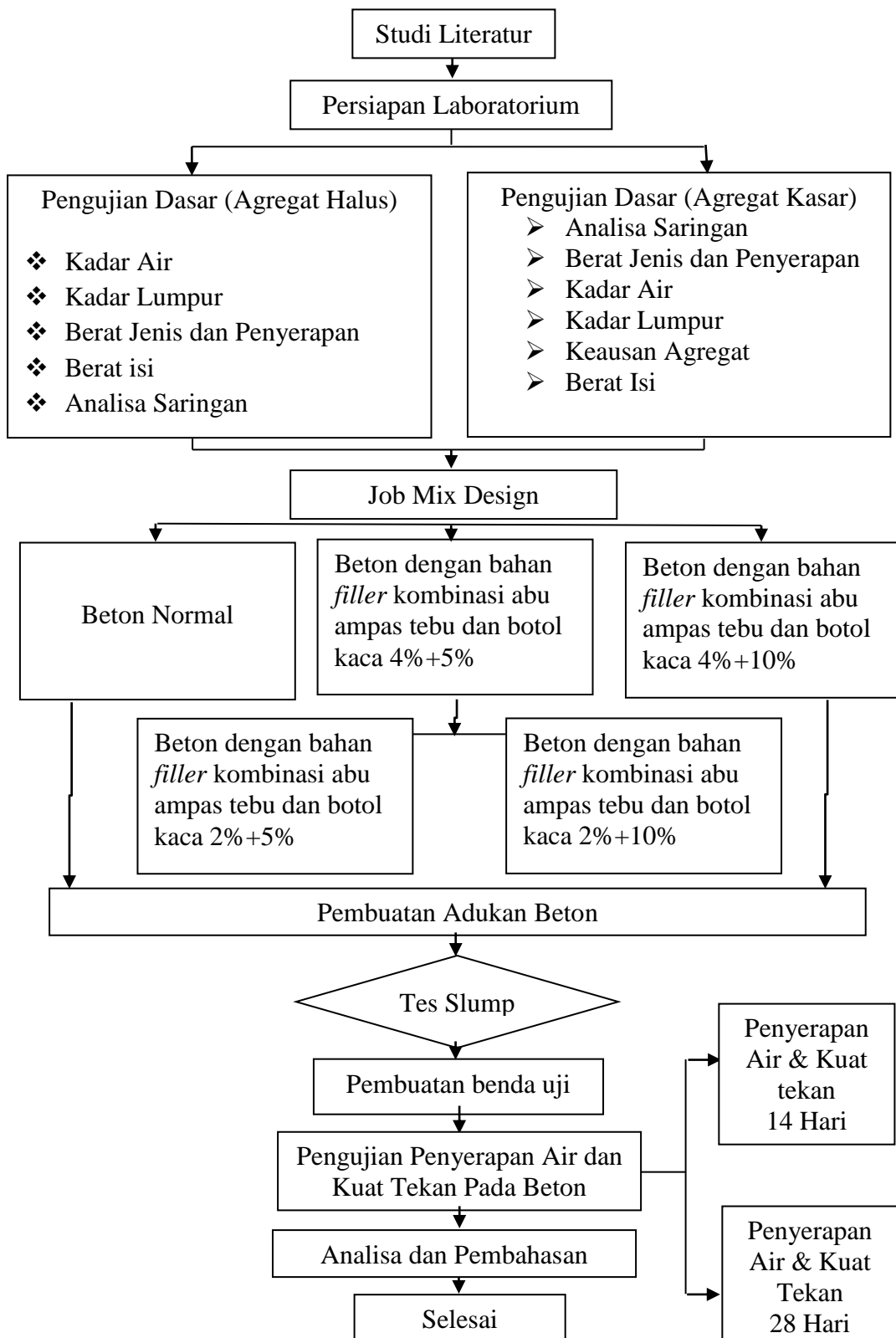
3.1 Bagan Alir Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Untuk penelitian suatu kasus diperlukan adanya metodologi yang berfungsi sebagai panduan kegiatan yang dilaksanakan dalam pengumpulan data-data.

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, diantaranya pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer sendiri dilakukan pada agregat yang digunakan, diantaranya adalah pemeriksaan agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar berupa batu pecah. Pemeriksaan dasar agregat ini meliputi:

- a. Analisa saringan pada agregat halus dan agregat kasar.
- b. Berat jenis dan penyerapan pada agregat halus dan agregat kasar.
- c. Kadar air pada agregat halus dan agregat kasar.
- d. Kadar Lumpur pada agregat halus dan agregat kasar.
- e. Berat isi pada agregat halus dan agregat kasar.
- f. Pengujian keausan agregat menggunakan mesin *Los Angeles* pada agregat kasar.

Setelah dilakukan pemeriksaan dasar, langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan campuran beton normal (*Job Mix Design*). Setelah mengetahui hasil analisis campuran, ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada campuran beton, yakni pengujian kekentalan beton segar (*Slump Test*), dan pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi hari yang telah direncanakan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. data teknis mengenai *aditive*, SNI-03-2834 (1993), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985). Urutan penelitian yang akan di uraikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada tanggal 6 Februari 2018 sampai dengan tanggal 6 Juli 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Alasannya adalah karena ketersediaan alat yang memenuhi standar.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.2.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe I PPC.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai dengan cara pengerukan dasar sungai.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil dengan ukuran maksimum 37,5 mm yang diperoleh dari *quarry* daerah Binjai.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Abu Ampas Tebu

Abu Ampas Tebu yang di peroleh dari penjual air tebu yang ada di kota Medan.

6. Botol Kaca

Botol Kaca diperoleh dari tukang loak yang ada di kota medan.

3.2.2. Peralatan

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.

Agregat Halus: No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, Pan

Agregat Kasar: 1,5", ¾", 3/8", No.4

2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.

3. Timbangan.
4. Alat pengaduk beton (*Mixer*).
5. Cetakan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm.
6. Alat kuat tekan (*Compression*).
7. Mesin *Los Angeles*.

3.4. Persiapan Penelitian

3.4.1 Persiapan

Setelah seluruh material sampai dilokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.4.2 Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus di lakukan di laboratorium mengikuti panduan dari ASTM C33 (1985) tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU.

3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Penyelidikan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.5.1 Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan serta mengikuti Buku Panduan ASTM C33 (1985), Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penyelidikan di

dapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga dapat diketahui kadar air dari agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data-data dari hasil penelitian kadar air agregat halus.

| Test/Pengujian Agregat Halus | Contoh I | Contoh II | Rata-rata |
|--|----------|-----------|-----------|
| Berat Contoh SSD + Wadah (W1) gr | 556 | 569 | 563 |
| Berat Contoh SSD gr | 500 | 500 | 500 |
| Berat contoh kering oven + berat wadah (W2) gr | 545 | 558 | 552 |
| Berat wadah (W3) gr | 56 | 69 | 63 |
| Berat Air (W1-W2) gr | 11 | 11 | 11 |
| Berat contoh kering (W2-W3) gr | 489 | 489 | 489 |
| Kadar Air $(W1-W2)/(W2-W3) \times 100\%$ | 2,249 | 2,249 | 2,23 % |

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,23%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,249%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,249% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah di tentukan yaitu 2,0% - 4,0%.

3.5.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti buku panduan praktikum. Dari hasil penyelidikan didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga dapat diketahui seberapa besar kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2: Hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

| Agregat Halus Lolos Saringan No.4 | Contoh I | Contoh II | Rata-rata |
|---|----------|-----------|-----------|
| Berat contoh kering (gr) | 500 | 500 | 500 |
| Berat contoh setelah dicuci (gr) | 478 | 476 | 477 |
| Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (gr) | 22 | 20 | 21,5 |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%) | 4,4% | 4% | 4,2% |

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 4,4%, dan sampel kedua sebesar 4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 4,2% hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu tidak lebih dari $< 5\%$.

3.5.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering $<$ Berat Jenis SSD $<$ Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat nilai berat jenis contoh kering sebesar $2,51 \text{ gr/cm}^3$, berat jenis SSD sebesar $2,55 \text{ gr/cm}^3$, dan berat jenis contoh semu sebesar $2,62 \text{ gr/cm}^3$. Selain berat jenis,

pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat halus yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 1,730%, dari hasil di atas telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu $a < m$ dengan nilai $m = 6,22\%$ maka $1,937\% < 6,22\%$.

Tabel 3.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

| <i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i> | <i>Sample 1</i> | <i>Sample 2</i> | <i>Average</i> |
|---|-----------------|-----------------|----------------|
| <i>Wt of SSD sample in water (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B</i> | 500 | 500 | 500 |
| <i>Wt of oven dry sample (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E</i> | 492 | 491 | 492 |
| <i>Wt of flask + water (berat piknometer penuh air) D</i> | 694,5 | 658 | 676 |
| <i>Wt of flask + water + sample (berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) C</i> | 980 | 978 | 979 |
| | | | |
| <i>Bulk sp gravity dry (berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$</i> | 2,294 | 2,728 | 2,511 |
| <i>Bulk sp gravity SSD (berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$</i> | 2,331 | 2,778 | 2,554 |
| <i>Apparent sp gravity (berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$</i> | 2,383 | 2,871 | 2,627 |
| <i>Absortion (penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$</i> | 1,626 | 1,833 | 1,730 |

3.5.4 Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data yang terlampir pada Tabel 3.4 sehingga dapat diketahui nilai berat isi agregat halus yang digunakan.

Tabel 3.4: Data-data dari hasil penyelidikan berat isi agregat halus.

| Test / Pengujian | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | Rata-rata |
|--|----------|----------|----------|-----------|
| Berat Contoh + Wadah (W1) | 19765 | 19978 | 19875 | 19872,67 |
| Berat Wadah (W2) | 5400 | 5400 | 5400 | 5400 |
| Berat Contoh (W3) = (W1-W2) | 14365 | 14578 | 14475 | 14473 |
| Volume Wadah (W4) | 10861,71 | 10861,71 | 10861,71 | 10861,71 |
| Berat Isi (<i>Unit Weight</i>) (W3/W4) | 1,323 | 1,342 | 1,333 | 1,332 |

Berdasarkan tabel, percobaan berat isi agregat halus didapat rata-rata pada pengujian sebesar $1,907 \text{ gr/cm}^3$. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga sampel, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan dan hasil tersebut memenuhi standar yang ditentukan yaitu $> 1,2 \text{ kg/m}^3 = 1200 \text{ gr/cm}^3$.

3.5.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Data-data hasil penelitian dapat

dilihat dari Tabel 3.5, sehingga dapat diketahui nilai modulus kehalusan serta zona agregat halus yang digunakan.

Tabel 3.5: Data-data dari hasil penelitian analisa saringan.

| Nomor Saringan | Berat Tertahan | | | | Kumulatif | |
|------------------|----------------|-----------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Contoh I | Contoh II | Berat Total | % | | |
| | (gr) | (gr) | (gr) | | Tertahan | Lolos |
| 9.50 (No 3/8 in) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 4.75 (No. 4) | 64 | 17 | 80 | 2,58 | 2,58 | 97,42 |
| 2.36 (No. 8) | 139 | 73 | 212 | 6,84 | 9,42 | 90,58 |
| 1.18 (No.16) | 154 | 259 | 413 | 13,32 | 22,74 | 77,26 |
| 0.60 (No. 30) | 441 | 471 | 912 | 29,42 | 52,16 | 47,84 |
| 0.30 (No. 50) | 401 | 458 | 859 | 27,71 | 79,87 | 20,13 |
| 0.15 (No. 100) | 261 | 268 | 529 | 17,06 | 96,94 | 3,06 |
| Pan | 41 | 54 | 95 | 3,06 | 100,0 | 0,00 |
| Total | 1500 | 1600 | 3100 | 100 | | |

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834 (1993), yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 3100 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No. 4} = \frac{80}{3100} \times 100\% = 2,58 \%$$

$$\text{No. 8} = \frac{212}{3100} \times 100\% = 6,84 \%$$

$$\text{No. 16} = \frac{413}{3100} \times 100\% = 13,32 \%$$

$$\text{No. 30} = \frac{912}{3100} \times 100\% = 29,42 \%$$

$$\text{No. 50} = \frac{859}{3100} \times 100\% = 27,71 \%$$

$$\text{No. 100} = \frac{529}{3100} \times 100\% = 17,06 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{95}{3100} \times 100\% = 3,06 \%$$

• Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No.4} = 0 + 2,58 = 2,58 \%$$

$$\text{No.8} = 2,58 + 6,84 = 9,42 \%$$

$$\text{No.16} = 9,42 + 13,32 = 22,74 \%$$

$$\text{No.30} = 22,74 + 29,42 = 52,16 \%$$

$$\text{No.50} = 52,16 + 27,71 = 79,87 \%$$

$$\text{No.100} = 79,87 + 17,06 = 96,94 \%$$

$$\text{Pan} = 96,94 + 3,06 = 100 \%$$

• Persentase berat rata-rata yang lolos saringan:

$$\text{No.4} = 100 - 2,58 = 97,42 \%$$

$$\text{No.8} = 100 - 9,42 = 90,58 \%$$

$$\text{No.16} = 100 - 22,74 = 77,26 \%$$

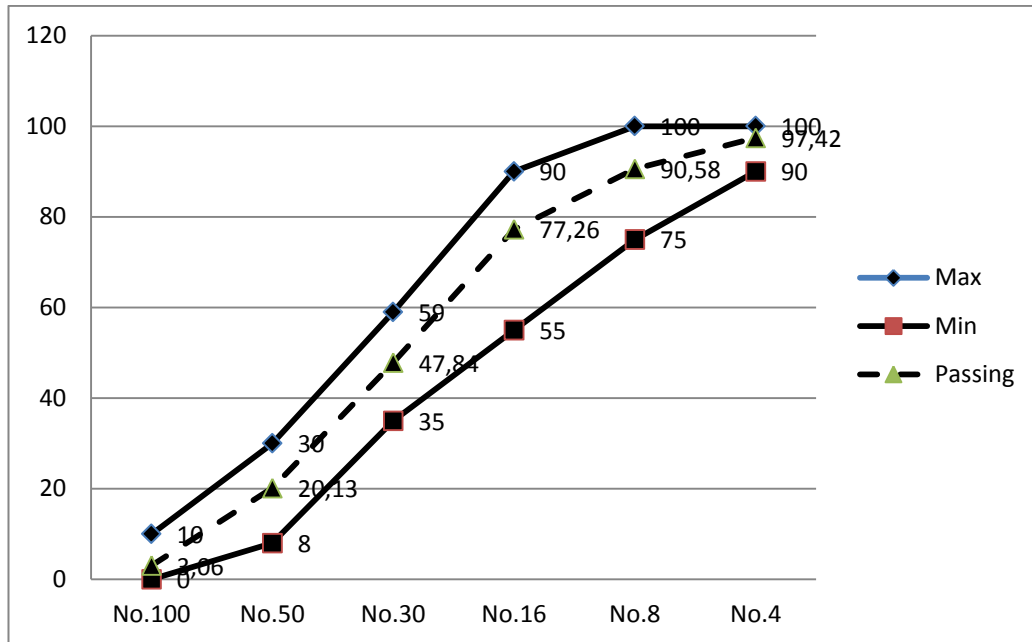
$$\text{No.30} = 100 - 52,16 = 47,84 \%$$

$$\text{No.50} = 100 - 79,87 = 20,13 \%$$

$$\text{No.100} = 100 - 96,94 = 3,06 \%$$

$$\text{Pan} = 100 - 100 = 0,0 \%$$

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Lolos}}{100} \\ &= \frac{263,71}{100} \\ &= 2,64 \end{aligned}$$



Gambar 3.2: Gradasi agregat halus, zona 2 pasir sedang.

Berdasarkan hasil pengujian di dapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu 2,64 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 2,60 - 2,90 dalam kategori sedang.

3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pemeriksaan dasar terhadap Agregat Kasar ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan berdasarkan ASTM C33 (1985). Diantaranya adalah:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan menggunakan Mesin *Los Angeles*.

3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan panduan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas

Teknik UMSU tentang kadar air agregat. Dari hasil penelitian di dapat data-data yang terlampir pada Tabel 3.6 sehingga dapat diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.6: Data-data dari hasil penelitian kadar air agregat kasar.

| Course Agregate Passing No. 50.8 mm | Sample I (gr) | Sample II (gr) | Average (gr) |
|--|---------------|----------------|--------------|
| <i>Wt of SSD sample & mold</i> (berat contoh SSD & berat wadah) | 1205 | 1155 | 1180,0 |
| <i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) | 1050 | 1000 | 1025,0 |
| <i>Wt of oven dry sample & mold</i> (berat contoh kering oven & wadah) | 1198 | 1149 | 1173,5 |
| <i>Wt of mold</i> (berat wadah) | 155 | 155 | 155,0 |
| <i>Wt of water</i> (berat air) | 7 | 6 | 6,5 |
| <i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh kering) | 1043 | 994 | 1018,5 |
| <i>Water content</i> | 0,671 | 0,604 | 0,637 |

Pengujian dilakukan menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,671%, pada contoh kedua sebesar 0,604%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,637% dari data tersebut sudah memenuhi standar yang telah di tentukan yaitu 0,6% - 0,65%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti buku panduan praktikum. Dari hasil penyelidikan didapat data-data yang terlampir pada Tabel 3.7, sehingga dapat diketahui seberapa besar kadar lumpur dari agregat kasar yang diperiksa. Pada tabel dijelaskan nilai kadar lumpur yang didapat dari perbandingan antara berat kotor agregat kasar yang lolos saringan

No.200 dengan berat kering contoh awal. Untuk percobaan kadar lumpur agregat kasar tidak boleh lebih dari 1%.

Tabel 3.7: Data-data dari hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

| Agregat Kasar Lolos Saringan 37,5 mm | Contoh I | Contoh II | Rata-rata |
|---|----------|-----------|-----------|
| Berat Kering contoh (gr) | 1000 | 1000 | 1000 |
| Berat kering contoh setelah dicuci (gr) | 994,3 | 993 | 1993 |
| Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (gr) | 5,7 | 7 | 6,35 |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%) | 0,57 | 0,7 | 0,63 |

3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data yang terlampir pada Tabel 3.8 sehingga didapat nilai berat jenis maupun penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

| <i>Course Agregate Passing No. 50.8 mm</i> | Sampel 1 | Sampel 2 | Average |
|--|----------|----------|---------|
| <i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A | 3000 | 3100 | 3050 |
| <i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) C | 2967 | 3089 | 3028 |
| <i>Wt of SSD sample in water</i> (berat contoh jenuh) B | 1901 | 1939 | 1920 |

Tabel 3.8: Lanjutan.

| <i>Course Agregat Passing No. 50.8 mm</i> | Sampel 1 | Sampel 2 | Average |
|--|----------|----------|---------|
| <i>Bulk sp grafity dry (berat jenis contoh kering) C/(A-B)</i> | 2,700 | 2,661 | 2,680 |
| <i>Bulk sp grafity SSD (berat jenis contoh SSD) A/(A-B)</i> | 2,730 | 2,670 | 2,700 |
| <i>Apparent sp grafity (berat jenis contoh semu) C/(C-B)</i> | 2,783 | 2,686 | 2,735 |
| <i>Absortion (penyerapan) ((A-C)/C)x100%</i> | 1,112 | 0,356 | 0,734 |

Percobaan ini menghasilkan beberapa nilai berat jenis, diantaranya berat jenis contoh kering sebesar $2,68 \text{ gr/cm}^3$, berat jenis contoh SSD sebesar $2,70 \text{ gr/cm}^3$, berat jenis contoh semu sebesar $2,73 \text{ gr/cm}^3$, serta nilai penyerapan agregat kasar sebesar 0,73%. Percobaan ini dianggap akurat apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis contoh SSD < berat jenis contoh semu. dari hasil di atas telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu untuk berat jenis contoh ssd antara 2,5-2,63 dan untuk *absorbtion* 0,7 % - 0,8 %.

3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data yang terlampir pada Tabel 3.9 sehingga dapat berat isi agregat kasar yang telah diperiksa.

Tabel 3.9: Data-data dari hasil penelitian berat isi agregat kasar.

| Test / Pengujian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | Average |
|---------------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
| Berat Contoh + Wadah (W1) | gr | 28665 | 29770 | 30789 | 29741,33 |

Tabel 3.9: *Lanjutan.*

| Test/Pengujian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Sampel 3 | <i>Average</i> |
|---------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|----------------|
| Berat Wadah (W2) | gr | 6500 | 6500 | 6500 | 6500 |
| Berat Contoh (W3) = (W1-W2) | gr | 22165 | 23270 | 24289 | 23241,33 |
| Volume Wadah (W4) | cm ³ | 15465,21 | 15465,21 | 15465,21 | 15465,21 |
| Berat Isi (Unit Weight) (W3/W4) | gr/cm ³ | 1,43 | 1,5 | 1,57 | 1,5 |

Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,81 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,83 gr/cm³. Sedangkan percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,79 gr/cm³. Dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu < 1,600 gr/cm³.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Data dari penyelidikan dapat dilihat pada Tabel 3.10 sehingga didapat nilai modulus kehalusan serta zona agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.10: Data-data dari hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

| Sieve Size | <i>Retained Fraction</i> | | | | <i>Cumulative</i> | |
|---------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|----------|-------------------|----------------|
| | <i>Sample I (gr)</i> | <i>Sample II (gr)</i> | <i>Total Weight (gr)</i> | <i>%</i> | <i>Retained</i> | <i>Passing</i> |
| 38,1 (1.5 in) | 145 | 112 | 257 | 3,95 | 3,95 | 96,05 |
| 19.0 (3/4 in) | 965 | 1091 | 2056 | 31,63 | 35,58 | 64,42 |

Tabel 3.10: Lanjutan.

| Sieve Size | Retained Fraction | | | | Cumulative | |
|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------|------------|---------|
| | Sampel I (gr) | Sampel II (gr) | Total Weight (gr) | % | Retained | Passing |
| 9.52 (3/8 in) | 1110 | 1082 | 2192 | 33,72 | 69,31 | 30,69 |
| 4.75 (No. 4) | 980 | 1015 | 1995 | 30,69 | 100,00 | 0,00 |
| 2.36 (No. 8) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 1.18 (No.16) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.60 (No. 30) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.30 (No. 50) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.15 (No. 100) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 100 |
| <i>Total</i> | 3200 | 3300 | 6500 | 100 | | |

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tata cara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834 (1993). Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat Batu Pecah = 6500 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 \text{ in} = \frac{257}{6500} \times 100\% = 3,95 \%$$

$$3/4 \text{ in} = \frac{2056}{6500} \times 100\% = 31,63 \%$$

$$3/8 \text{ in} = \frac{2192}{6500} \times 100\% = 33,72 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1995}{6500} \times 100\% = 30,69 \%$$

- Persentase berat komulatif tertahan:

$$1,5 \text{ in} = 0 + 3,95 \% = 3,95 \%$$

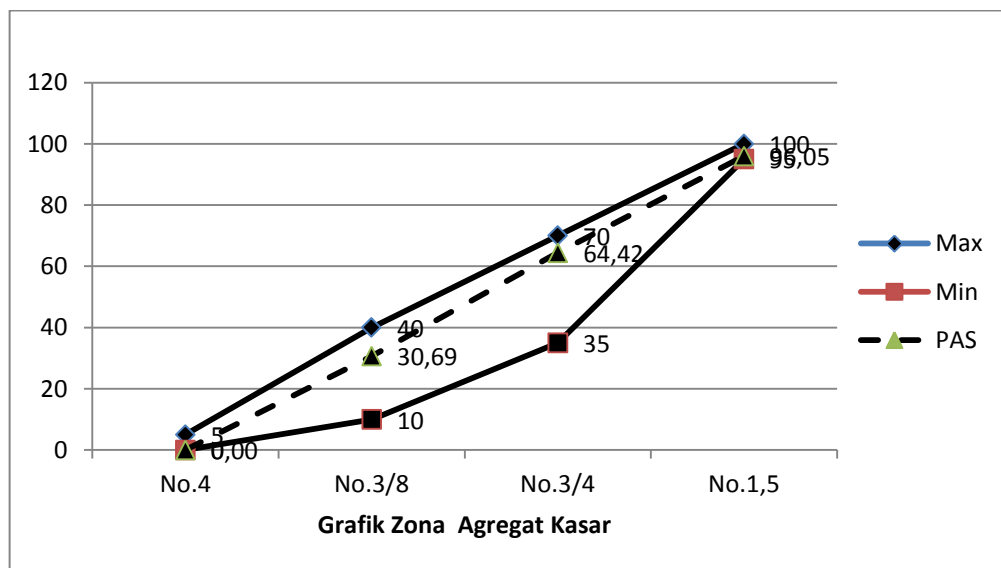
$$3/4 \text{ in} = 3,95 \% + 31,63 \% = 35,58 \%$$

$$\begin{aligned}
 3/8 \text{ in} &= 35,58 \% + 33,72 \% = 69,31 \% \\
 \text{No. 4} &= 69,31 \% + 30,69 \% = 100 \%
 \end{aligned}$$

• Persentase berat rata-rata yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 \text{ in} &= 100 - 3,95 \% = 96,05 \% \\
 3/4 \text{ in} &= 100 - 35,58 \% = 64,42 \% \\
 3/8 \text{ in} &= 100 - 69,31 \% = 30,69 \% \\
 \text{No.4} &= 100 - 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Komulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{708,86}{100} \\
 \text{FM} &= 7,09\%
 \end{aligned}$$



Gambar 3.3: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 37,5 mm

Berdasarkan hasil pengujian di dapat nilai modulus elastisitas kehalusan agregat kasar yaitu 7,09 % dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 5,5-7,5 dalam kategori sedang.

3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1982) serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin Los Angeles.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sampel sebelum pengujian = 5000 gr
- Berat sampel setelah pengujian = 3885 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

| <i>Sieve Size</i> | <i>Wt of sample before test</i> (Berat awal) gr | <i>Wt of sample after test</i> (Berat akhir) gr |
|-------------------|--|---|
| 3/4" | - | - |
| 1/2" | 2500 | 1141 |
| 3/8" | 2500 | 1260 |
| No.4 | - | 955 |
| No.8 | - | 351 |
| Pan | - | 178 |
| Total | 5000 | 3885 |
| | Berat lolos saringan No. 12 | 1115 |
| | <i>Abrasion</i> (Keausan) (%) | 22,3% |

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 3885}{5000} \times 100\% = 22,3\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil di atas di dapat keausan yang di dapat yaitu 22,3%. Dan pengujian tersebut memenuhi standar yang telah di tentukan yaitu kurang dari 50%.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.1.1 Data-Data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,68 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,55 gram/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,63%
- Kadar lumpur agregat halus = 4,2%
- Berat isi agregat kasar = 1,63 gram/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,33 gram/cm³
- *Absortion* agregat kasar = 0,734%
- *Absortion* agregat halus = 1,73%
- FM agregat kasar = 7,09
- FM agregat halus = 2,64
- Kadar air agregat kasar = 0,63%
- Kadar air agregat halus = 2,23%
- Keausan agregat = 22,3%
- Nilai slump rencana = 30 – 60 mm
- Ukuran agregat max = 37,5 mm

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834 (2000). Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per m³ sebesar:

| | | | | | | |
|----------|---|----------|---|------------|---|----------|
| Semen | : | Pasir | : | Batu Pecah | : | Air |
| 435,9 kg | : | 635.5 kg | : | 1173,1 kg | : | 168,1 kg |

Tabel 4.1: Perencanaan campuran beton (SNI 03-28334, 2000).

| PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000 | | | |
|--|--|--------------------------|---|
| No | Uraian | Tabel/Gambar perhitungan | Nilai |
| 1. | Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder) | Ditetapkan | 32,5 Mpa |
| 2. | Deviasi Standar | - | 12 Mpa |
| 2. | Nilai tambah (margin) | - | 5,6 Mpa |
| 3. | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan | 1 + 2 + 3 | 50,1 Mpa |
| 5. | Jenis semen | | Type 1 |
| 6. | Jenis agregat: - Kasar - Halus | Ditetapkan Ditetapkan | Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai |
| 7. | Faktor air semen bebas | Gambar 4.1 | 0,39 |
| 8. | Faktor air semen maksimum | Ditetapkan | 0,60 |
| 9. | Slump | Ditetapkan | 30 - 60 mm |
| 10. | Ukuran agregat maksimum | Ditetapkan | 40 mm |
| 11. | Kadar air bebas | Tabel 2.7 | 170 kg/ m ³ |
| 12. | Jumlah semen | 10:6 | 436 kg/ m ³ |
| 13. | Jumlah semen maksimum | Ditetapkan | 436 kg/ m ³ |
| 14. | Jumlah semen minimum | Ditetapkan | 275 kg/ m ³ |
| 15. | Faktor air semen yang disesuaikan | Item 7 | 0,39 |
| 16. | Susunan besar agregat halus | Gambar 3.1 | Daerah Gradasi zona 2 |
| 17. | Susunan agregat kasar atau gabungan | Gambar 3.2 | Gradasi Maksimum 40 mm |
| 18. | Persen agregat halus | Gambar 4.2 | 35 % |

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

| No | Uraian | Tabel / Gambar perhitungan | | Nilai | |
|-----|---|----------------------------|------------------|---|--------|
| 19. | Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan) | Tabel | | 2,64 | |
| 20. | Berat isi beton | Gambar 4.3 | | 2412,5 kg/ m ³ | |
| 21. | Kadar agregat gabungan | 19-12-11 | | 1807 kg/ m ³ | |
| 22. | Kadar agregat halus | 18 x 21 | | 632,3 kg/ m ³ | |
| 23. | Kadar agregat kasar | 21-22 | | 1174 kg/ m ³ | |
| 24. | Proporsi Campuran | Semen (kg) | Air (kg atau lt) | Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg) | |
| | | | | Halus | Kasar |
| | - Tiap m ³ | 435,9 | 170 | 632,3 | 1174,3 |
| | - Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,39 | 1,45 | 2,69 |
| | - Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder) | 2,31 | 0,9 | 3,51 | 6,22 |
| 25. | Koreksi proporsi campuran | | | | |
| | - Tiap m ³ | 435,9 | 168,1 | 635,5 | 1173,1 |
| | - Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,39 | 1,46 | 2,69 |
| | - Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder) | 2,31 | 0,89 | 3,36 | 6,21 |

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= banyak semen x volume silinder

$$= 435,9 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 2,31 \text{ kg}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= banyak pasir x volume silinder

$$= 635,5 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 3,36 \text{ kg}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= banyak kerikil x volume silinder

$$= 1173,1 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 6,21 \text{ kg}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= banyak air x volume silinder

$$= 168,1 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 0,89 \text{ kg}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

| | | | | | | |
|---------|---|---------|---|------------|---|---------|
| Semen | : | Pasir | : | Batu Pecah | : | Air |
| 2,31 kg | : | 3,36 kg | : | 6,21 kg | : | 0,89 kg |
| 1 | : | 1,45 | : | 2,68 | : | 0,38 |

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.2,

sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.3. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.2: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

| Saringan | % Tertahan | Berat tertahan (kg) |
|----------|------------|---------------------|
| 1,5" | 3,95 | 0,245 |
| 3/4" | 31,63 | 1,966 |
| 3/8" | 33,72 | 2,090 |
| No. 4 | 30,69 | 1,907 |
| Total | | 6,21 |

Tabel 4.3: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

| Saringan | % Tertahan | Berat tertahan (kg) |
|----------|------------|---------------------|
| 3/8" | 0 | 0 |
| No. 4 | 2,58 | 0,086 |
| No. 8 | 6,84 | 0,230 |
| No. 16 | 13,32 | 0,448 |
| No. 30 | 29,42 | 0,990 |
| No. 50 | 27,71 | 0,993 |
| No. 100 | 17,06 | 0,574 |
| Pan | 3,06 | 0,103 |
| Total | | 3,367 |

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 40 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 40 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.4, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.5. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.

| Saringan | Berat tertahan (kg) | Jumlah benda uji | Jumlah total agregat (kg) |
|----------|---------------------|------------------|---------------------------|
| 1,5" | 0,243 | 40 | 9,821 |
| 3/4" | 1,952 | 40 | 78,644 |
| 3/8" | 2,081 | 40 | 83,840 |
| No. 4 | 1,894 | 40 | 76,307 |
| Total | | | 248,613 |

Tabel 4.5: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.

| Saringan | Berat tertahan (kg) | Jumlah benda uji | Jumlah total agregat (kg) |
|----------|---------------------|------------------|---------------------------|
| 3/8" | 0 | 40 | 0 |
| No. 4 | 0,077 | 40 | 3,475 |
| No. 8 | 0,204 | 40 | 9,213 |
| No. 16 | 0,398 | 40 | 17,941 |
| No. 30 | 0,879 | 40 | 39,627 |
| No. 50 | 0,828 | 40 | 37,323 |
| No. 100 | 0,509 | 40 | 22,978 |
| Pan | 0,091 | 40 | 4,121 |
| Total | | | 134,680 |

Banyak semen yang digunakan untuk 40 benda uji:

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 40$$

$$= 2,30 \text{ kg} \times 40 = 92,389 \text{ kg}$$

Banyak air yang dirgunakan untuk 40 benda uji:

$$= \text{banyak air untuk 1 benda uji} \times 40$$

$$= 0,89 \times 40 = 35,62 \text{ kg}$$

Perbandingan campuran untuk 40 benda uji:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu Pecah} & : & \text{Air} \\ 92,389 \text{ kg} & : & 134,694 \text{ kg} & : & 248,638 \text{ kg} & : & 35,628 \text{ kg} \end{array}$$

❖ **Bahan Penganti (*Filler*)**

Penggunaan bahan penambah berupa abu ampas tebu dan botol kaca lolos saringan no. 30 dengan variasi dosis 2%+5%, 2%+10%, 4%+5%, dan 4%+10% dari jumlah berat semen.

4.2 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 40 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Mula–mula air kira–kira $\frac{1}{3}$ dari jumlah air yang ditetapkan dimasukkan kedalam bejana pengaduk/mesin molen, lalu dimasukan agregat halus dari nomor sarigan paling kecil hingga yang paling besar, lalu dimasukan agregat kasar dari 1,5”, $\frac{3}{4}$ ”, $\frac{3}{8}$ ”, dan no. 4, lalu semen, lalu dimasukan kembali air sebanyak $\frac{2}{3}$ dari jumlah air yang ditetapkan dibiarkan bahan-bahan tersebut ini terlihat menyatu terlebih dahulu kemudian, setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencetakan

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran *slump test*. Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3. Pemeliharaan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditetapkan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4.3 *Slump Test*

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*additive & Admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada tabel ini dijelaskan nilai

slump pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 30 – 60 mm. Penelitian ini melakukan dua kali pencetakan benda uji, sehingga nilai *slump*nya berbeda. Hal ini dikarenakan molen yang tersedia di laboratorium tidak sanggup menahan beban total dari semua agregat, semen dan air.

Tabel 4.6: Hasil Pengujian Nilai *Slump*.

| | Beton normal | | Beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | | Beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | | Beton abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | | Beton abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | |
|---------------------|--------------|----|---|----|--|-----|---|-----|--|-----|
| Hari | 14 | 28 | 14 | 28 | 14 | 28 | 14 | 28 | 14 | 28 |
| Tinggi <i>slump</i> | 4 | 4 | 4,2 | 4 | 5 | 3,7 | 5,2 | 3,4 | 5,2 | 4,2 |
| | 4 | 4 | 3,8 | 4 | 5 | 3,7 | 5,4 | 3,4 | 5,2 | 4,2 |

4.4. Penyerapan Air Pada Beton

Pengujian penyerapan air dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30 cm dan jumlah benda uji 40 buah dan sesuai pengelompokan variasi campurannya. Pengujian penyerapan air dilakukan agar dapat gambaran penyerapan air yang terjadi pada beton.

4.4.1. Penyerapan Air Pada Beton Normal

Pengujian penyerapan air beton normal dilakukan pada umur 14 dan 28 hari setelah pencetakan. Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil pengujian penyerapan air beton normal.

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|--|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton normal 28 hari | | | |
| 1 | Beton normal | 0,00503 | 0,50 |
| 2 | Beton normal | 0,00724 | 0,72 |
| 3 | Beton normal | 0,00518 | 0,52 |
| 4 | Beton normal | 0,00502 | 0,50 |
| Rata-rata | | | 0,56 |
| Penyerapan air pada beton normal 14 hari | | | |
| 1 | Beton normal | 0,0044 | 0,44 |
| 2 | Beton normal | 0,0071 | 0,71 |
| 3 | Beton normal | 0,0052 | 0,52 |
| 4 | Beton normal | 0,0067 | 0,68 |
| Rata-rata | | | 0,59 |

Berdasarkan hasil penyerapan air beton normal, didapat nilai penyerapan air untuk umur beton 14 hari rata-rata sebesar 0,59%. Sedangkan nilai penyerapan air pada beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 0,56%.

4.4.2. Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 5%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.8. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol

kaca 5% dapat dilihat pada Tabel 4.8. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 0,76%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,76%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal. Sedangkan untuk penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari beton normal.

Tabel 4.8: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran at dan bt 2% + 5%.

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% pada umur 28 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,00787 | 0,79 |
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,00762 | 0,76 |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,00880 | 0,88 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,00608 | 0,61 |
| Rata-rata | | | 0,76 |
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% pada umur 14 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,0078 | 0,79 |
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,0076 | 0,76 |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,0077 | 0,78 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 0,0072 | 0,73 |
| Rata-rata | | | 0,76 |

4.4.3. Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol kaca 10%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.9. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% dapat dilihat pada Tabel 4.9. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 0,87%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,87%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal. Sedangkan untuk penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari beton normal.

Tabel 4.9: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran aat dan bt 2% + 10%.

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% pada umur 28 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00837 | 0,84 |
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00853 | 0,85 |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00906 | 0,91 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00897 | 0,90 |
| Rata-rata | | | 0,87 |
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% pada umur 14 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0088 | 0,88 |
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0082 | 0,83 |

Tabel 4.9: *Lanjutan.*

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% pada umur 14 hari | | | |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0094 | 0,95 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0080 | 0,88 |
| Rata-rata | | | 0,87 |

4.4.4. Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 5%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.10. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% dapat dilihat pada Tabel 4.10. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 1,32%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,93%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal. Sedangkan untuk penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari beton normal.

Tabel 4.10: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran.

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% pada umur 28 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00855 | 0,86 |

Tabel 4.10: *Lanjutan.*

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00896 | 0,90 |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00318 | 0,88 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,00608 | 1,06 |
| Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% pada umur 14 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0133 | 1,34 |
| 2 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0123 | 1,23 |
| 3 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0132 | 1,32 |
| 4 | Abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 0,0140 | 1,40 |
| Rata-rata | | | 1.32 |

4.4.5. Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol kaca 10%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.11. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% dapat dilihat pada Tabel 4.11. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 1,44%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 1,2%. Dari

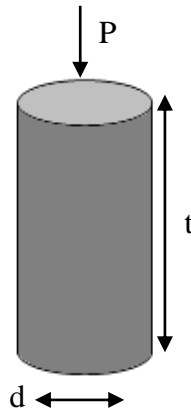
kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 dan 14 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal.

Tabel 4.11. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran.

| Benda uji | Bahan tambah | Jumlah air yang di serap beton (Kg) | Penyerapan air pada beton (%) |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% 28 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0155 | 1,55 |
| 2 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0138 | 1,38 |
| 3 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0115 | 1,16 |
| 4 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,00712 | 0,71 |
| Rata-rata | | | 1,20 |
| Penyerapan air pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% 14 hari | | | |
| 1 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0145 | 1,45 |
| 2 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0141 | 1,42 |
| 3 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0150 | ,1,50 |
| 4 | Abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 0,0138 | 1,39 |

4.5. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.4 dan jumlah benda uji 50 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.1: Beban tekan pada benda uji silinder

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang dibuat berdasarkan mutu rencana.

3.5.1. Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan beton umur 28 hari | | | | |
| I | - | 60000 | 40,91 | 50,20 |
| II | - | 78000 | 53,18 | |
| III | - | 79500 | 54,20 | |
| IV | - | 77000 | 52,50 | |
| Kuat tekan beton umur 14 hari | | | | |
| I | - | 67500 | 52,30 | 51,14 |
| II | - | 66000 | 51,14 | |
| III | - | 66000 | 51,14 | |
| IV | - | 64500 | 49,97 | |

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 14 hari rata-rata sebesar 51,14 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 50,20 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 32,5 MPa.

3.5.2. Kuat Tekan Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol Kaca 5%

Pengujian beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil

dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% dapat dilihat pada Tabel 4.13. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 56,07 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 55,06 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% dapat menaikkan kuat tekan beton cukup signifikan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 32,5 MPa.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 5%.

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan beton umur 28 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 79000 | 53,86 | 55,06 |
| II | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 81000 | 55,23 | |
| III | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 81000 | 55,23 | |
| IV | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 82000 | 55,91 | |

Tabel 4.13: *Lanjutan.*

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/088$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan beton umur 14 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 72000 | 55,78 | 56,07 |
| II | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 72000 | 55,78 | |
| III | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 75000 | 58,11 | |
| IV | abu ampas tebu 2% + botol kaca 5% | 70500 | 54,62 | |

3.5.3. Kuat Tekan Beton Campuran Abu Ampas Tebu 2% + Botol Kaca 10%

Pengujian beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% dapat dilihat pada Tabel 4.14. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 51,43 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 50,62 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% dapat menaikkan kuat tekan beton cukup signifikan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 32,5 MPa.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10%.

| Benda Uji | <i>Filler</i> pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan beton umur 28 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 72000 | 49,09 | 50,62 |
| II | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 76500 | 52,16 | |
| III | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 73500 | 50,11 | |
| IV | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 75000 | 51,14 | |
| Benda Uji | <i>Filler</i> pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
| Kuat tekan beton umur 14 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 67500 | 52,30 | 51,43 |
| II | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 67500 | 52,30 | |

Tabel 4.14: *Lanjutan.*

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,88$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|---|-----------------|
| III | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 66000 | 51,14 | 51,43 |
| IV | abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% | 64500 | 49,97 | |

4.5.4. Kuat Tekan Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol Kaca 5%

Pengujian beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% dapat dilihat pada Tabel 4.15. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 42,52 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 42,02 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% dapat menaikkan kuat tekan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 32,5MPa.

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 5%.

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan beton umur 28 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 60000 | 49,09 | 42,02 |

Tabel 4.15: *Lanjutan.*

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--|-----------------|
| II | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 57000 | 38,86 | 42,02 |
| III | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 64500 | 43,98 | |
| IV | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 65000 | 44,32 | |
| Kuat tekan beton umur 28 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 58500 | 45,32 | 42,52 |
| II | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 60000 | 40,91 | |
| III | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 63000 | 42,95 | |
| IV | abu ampas tebu 4% + botol kaca 5% | 60000 | 40,91 | |

4.5.5. Kuat Tekan Beton Campuran Abu Ampas Tebu 4% + Botol Kaca 10%.

Pengujian beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 2% + botol kaca 10% dapat dilihat pada Tabel 4.16. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 31,38MPa. Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 30,68 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan abu ampas tebu 4% + botol kaca 10%

dapat menaikkan kuat tekan beton cukup signifikan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 32,5 MPa.

Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran abu ampas tebu 4% + botol kaca 10%.

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-------------------------|------------------------------------|----------------------|--|-----------------|
| Kuat tekan umur 28 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 40500 | 27,61 | 30,68 |
| II | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 48000 | 32,73 | |
| III | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 46500 | 31,70 | |
| IV | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 45000 | 30,68 | |
| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | $A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83/0,088$ (MPa) | Rata-rata (MPa) |
| Kuat tekan umur 14 hari | | | | |
| I | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 40500 | 31,38 | 31,38 |
| II | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 42000 | 32,54 | |
| III | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 39000 | 30,22 | |

Tabel 4.16: *Lanjutan.*

| Benda Uji | Filler pada beton | Beban tekan (P) (kg) | A= 176,71 cm ² f'c = (P/A)/0,83 (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----------|--|-------------------------|--|--------------------|
| IV | abu ampas tebu 4% + botol kaca 10% | 40500 | 31,38 | 31,38 |

4.6.Pembahasan

Hasil kuat tekan dan penyerapan air pada beton di atas merupakan kuat tekan dan penyerapan air yang didapat pada saat pengujian, sedangkan hasil kuat tekan beton yang sebenarnya (kuat tekan beton akhir) perlu dilakukan perhitungan dengan memasukan nilai standar deviasi yang telah ditetapkan untuk tiap variasi. Perhitungan untuk kuat tekan akhir dapat di lihat di bawah ini.

Bila dibandingkan kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan penambah, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan bahan tambah, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan bahan tambah abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10% dan 4% + 5% mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal. Sedangkan pada variasi 2% + 5% dan 2% + 10% mengalami kenaikan kuat tekan dari beton normal. Persentase penurunan dan kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5%

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai kenaikan umur beton 28 hari} &= \frac{55,06 - 50,20}{50,20} \times 100\% \\ &= 9,68\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai kenaikan umur beton 14 hari} &= \frac{56,07 - 51,14}{51,14} \times 100\% \\ &= 9,64\% \end{aligned}$$

- Penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10%

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai kenaikan umur beton 28 hari} &= \frac{50,62 - 50,20}{50,20} \times 100\% \\ &= 0,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai kenaikan umur beton 14 hari} &= \frac{51,43 - 51,14}{51,14} \times 100\% \\ &= 0,56\% \end{aligned}$$

- Penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 4% +5%

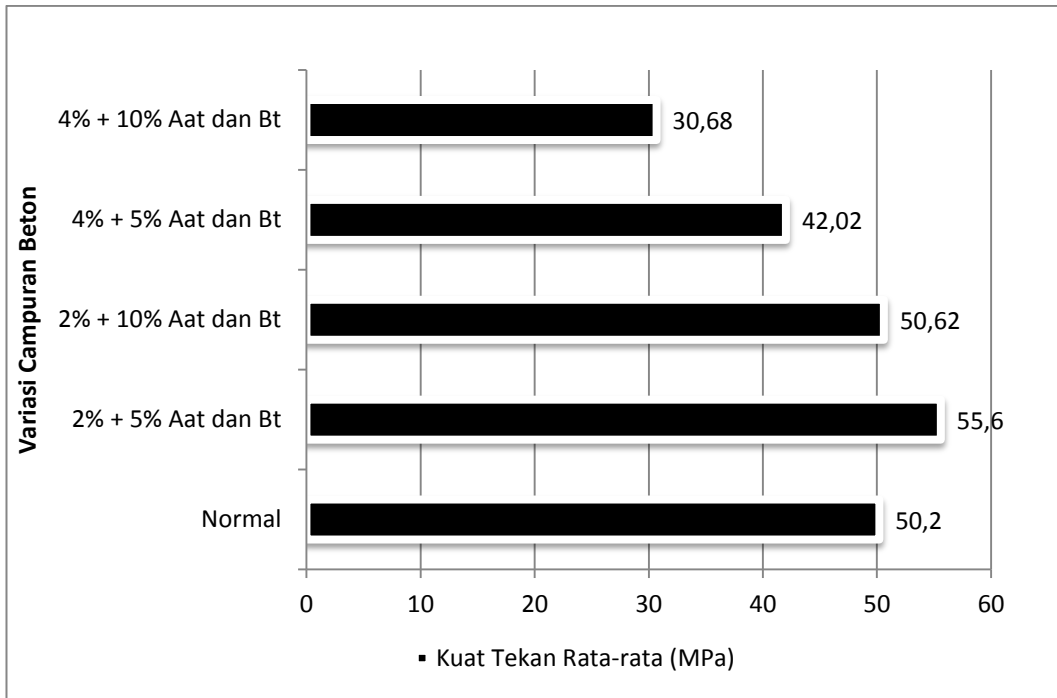
$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai penurunan umur beton 28 hari} &= \frac{42,02 - 50,20}{50,20} \times 100\% \\ &= 16,28\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai penurunan umur beton 14 hari} &= \frac{42,52 - 51,14}{51,14} \times 100\% \\ &= 16,85\% \end{aligned}$$

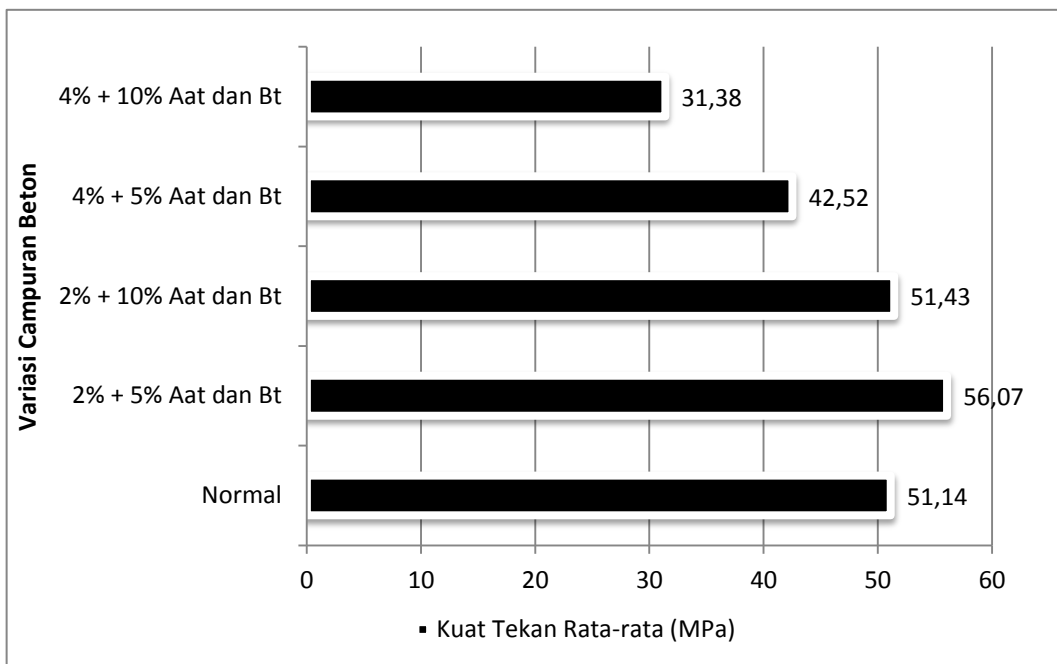
- Penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10%

$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai penurunan umur beton 28 hari} &= \frac{30,68 - 50,20}{50,20} \times 100\% \\ &= 38,88\% \end{aligned}$$

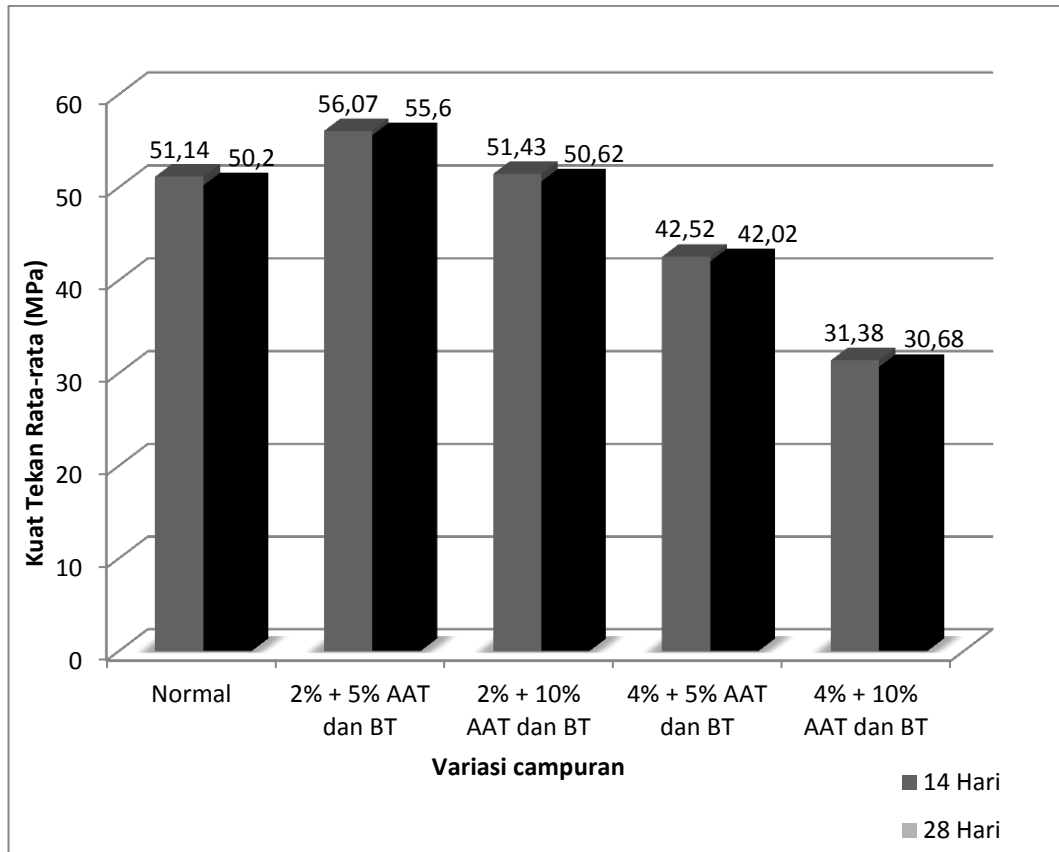
$$\begin{aligned} \text{Besaran nilai penurunan umur beton 14 hari} &= \frac{31,38 - 51,14}{51,14} \times 100\% \\ &= 38,63\% \end{aligned}$$



Gambar 4.2: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 28 hari.

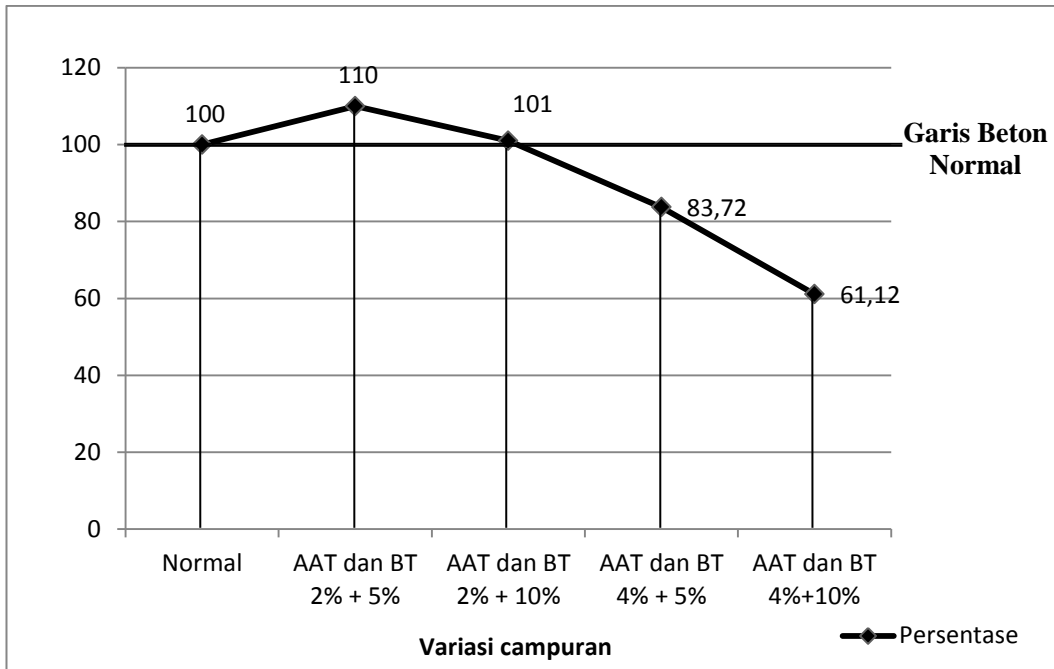


Gambar 4.3: Grafik perbandingan kuat tekan rata-rata umur 14 hari.

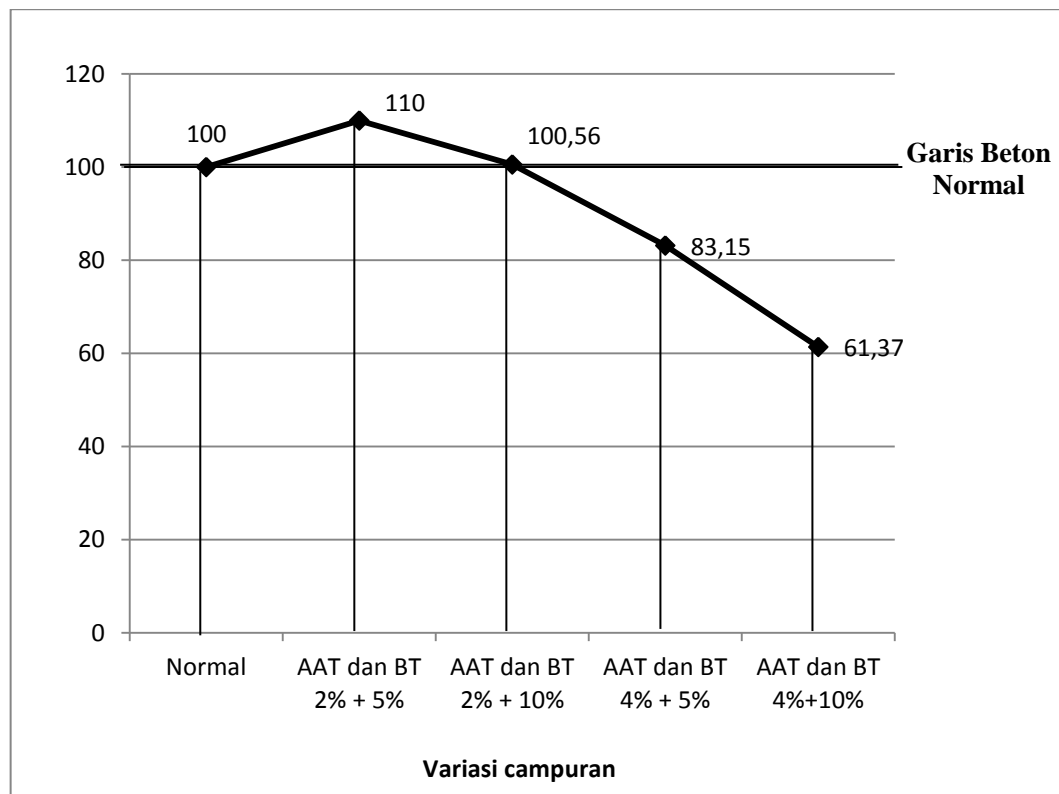


Gambar 4.4: Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil Gambar 4.5 dan 4.6 dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa pada persentase variasi abu ampas tebu dan botol kaca mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari beton normal terjadi pada variasi abu ampas tebu dan botol kaca sebesar 2% + 5% dan pada variasi abu ampas tebu dan botol kaca persentase 2% + 5% terjadi kenaikan yang tidak terlalu signifikan dari beton normal, sedangkan pada persentase 4% + 5% dan 4% + 10 terjadi penurunan yang sangat signifikan dari beton normal. Untuk grafik persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton dapat di lihat pada Gambar 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.5: Persentase kuat tekan beton 28 hari

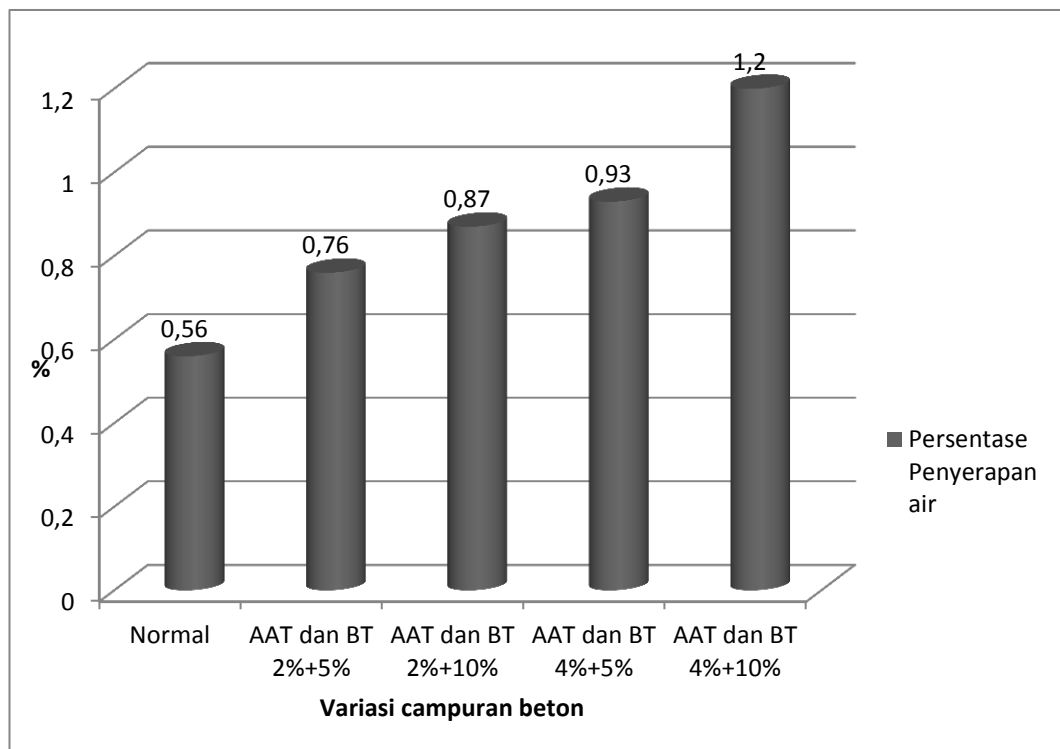


Gambar 4.6: Persentase kuat tekan beton 14 hari.

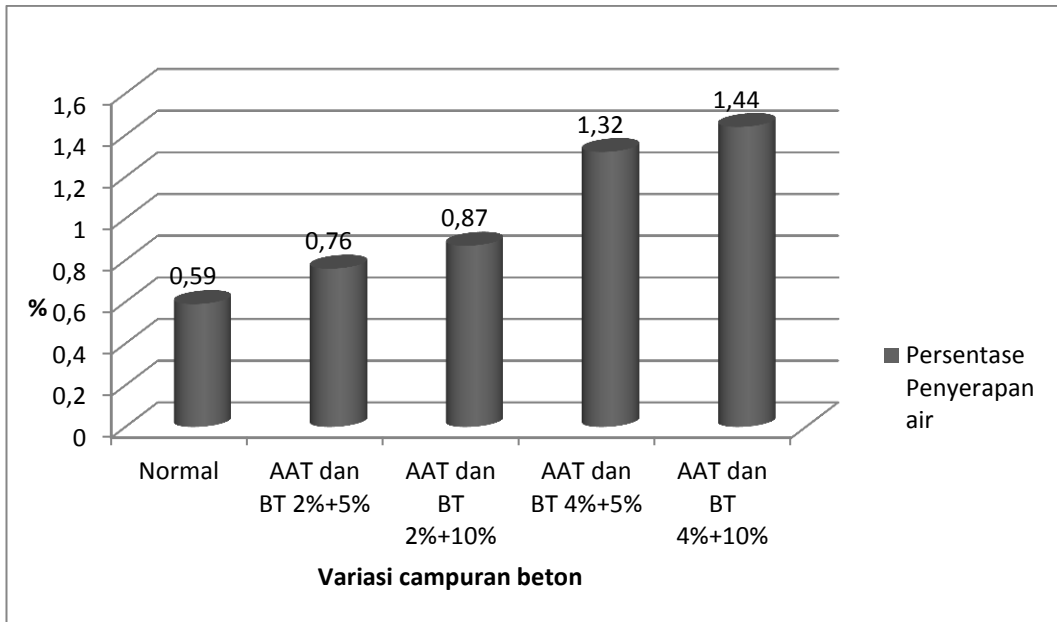
Dari hasil perbandingan grafik Gambar 4.8 - 4.9 dapat dilihat bahwa persentase penurunan kuat tekan beton pada penambahan abu ampas tebu dan botol kaca terjadi sebanyak 4% + 5% dan 4% + 10% terjadi perbedaan penurunan yang signifikan pada umur 14 hari dan 28 hari, sebaliknya pada penambahan abu ampas tebu dan botol kaca sebanyak 2% + 5 % terjadi peningkatan kuat tekan yang tidak terlalu signifikan sedangkan pada 2%+10% tidak terjadi kenaikan yang signifikan, adapun faktor-faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

1. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh karbon pada abu ampas tebu sehingga mengakibatkan penurunan kuat tekan beton.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan/kurang telitinya dalam pengrajaan beton.
3. Kemungkinan kurangnya getaran pada saat pemadatan beton sehingga mengakibatkan beton berpori dan kurang padat.

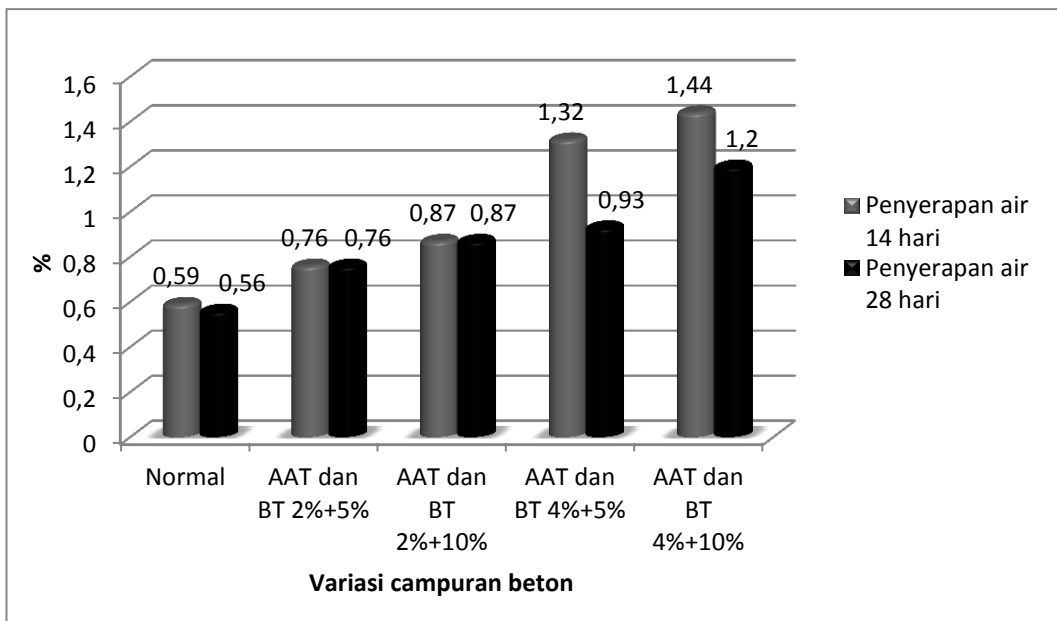
Untuk persentase penyerapan air terjadi kenaikan yang signifikan dari beton normal untuk perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 4.10 – 4.12.



Gambar 4.7: Grafik persentase penyerapan air 28 hari.



Gambar 4.8: Grafik persentase penyerapan air 14 hari.



Gambar 4.9: Grafik perbandingan persentasi penyerapan air 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil di atas dapat dilihat bahwa perbandingan penyerapan air dari beton normal dan campuran mengalami kenaikan penyerapan air pada umur 14 hari dan 28 hari yang mana kenaikan yang cukup signifikan terjadi pada variasi campuran abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% dan 4% + 10%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penambahan abu ampas tebu dan botol kaca sebagai bahan pengganti maka semakin rendah kuat tekan beton yang di dapat. Hal ini dikarenakan zat karbon yang terkandung didalam abu ampas tebu semangkin banyak dikarenakan melalui proses pembakaran.
2. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi persen abu ampas tebu dan botol kaca dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat pada umur 28 hari, yaitu:
 - Beton dengan abu ampas tebu dan botol kaca sebesar 2% + 5% didapat kuat tekan sebesar 56,07 MPa.
 - Beton dengan abu ampas tebu dan botol kaca sebesar 2% + 10% didapat kuat tekan sebesar 50,62 MPa.
 - Beton dengan abu ampas tebu dan botol kaca sebesar 4% + 5% didapat kuat tekan sebesar 42,02 MPa.
 - Beton dengan abu ampas tebu dan botol kaca sebesar 4% + 10% didapat kuat tekan sebesar 30,68 MPa.
3. Berdasarkan data dari kuat tekan beton karakteristik yang di dapat, bahwa beton ditambah dengan abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5% dan 2% + 10% mempunyai kuat tekan karakteristik yang tinggi tetapi untuk beton dengan penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10% di dapat kuat tekan karakteristik beton yang rendah, dibandingkan dengan beton normal tanpa bahan pengganti. Sedangkan kuat tekan beton karakteristik dengan penambahan abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% di dapat kuat tekan yang rendah dari normal tetapi, untuk kuat tekan yang

direncanakan naik. Pada beton normal didapat kuat tekan sebesar 32,5 MPa dan pada beton dengan penambahan abu ampas tebu dan botol kaca di dapat sebagai berikut:

- Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5% didapati kenaikan sebesar 9,68%
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10% didapati kenaikan sebesar 0,83%
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% didapati penurunan dari kuat tekan normal sebesar 16,28%
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10% didapati kenaikan sebesar 38,88%
4. Berdasarkan data dari penyerapan air yang di dapat dari beton 28 hari:
- Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5% didapati penyerapan air sebesar 0,76%.
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10% didapati penyerapan air sebesar 0,87%.
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% didapati penyerapan air sebesar 0,93%.
 - Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 10% didapati penyerapan air sebesar 1,20%.
- Pada beton normal di dapatkan penyerapan air 0,56%.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian yang didapat, campuran dengan menggunakan abu ampas tebu dan botol kaca sebagai bahan pengganti dari pasir dapat menaikkan kuat tekan beton tetapi untuk abu ampas tebu tidak lebih dari 4% dikarenakan adanya zat kimia karbon yang membuat kuat tekan semakin rendah. Maka tidak disarankan untuk penggunaan abu ampas tebu tidak lebih dari 4%. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut yang mana abu ampas tebu dan botol kaca ditambahkan zat *additive*.

2. Dan perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk uji tarik dan lentur akibat pengaruh ada penambahan abu ampas tebu dan botol kaca dalam campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C33 (1985,1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Spesimens*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C150 (1986) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SK SNI T-15-1990-03). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SK SNI 03-2847-2002). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia* (PBI-1971). Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SNI 03-2834-1993). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Mehta, P. K. (1986) *Concrete, structure, properties and materials*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Santosa, B. (2009) *Pemanfaatan Abu Serabut Kelapa (ASK) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dengan Bahan Tambah Sikament-LN Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*. Universitas Janabadra. Yogyakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Slump Beton* (SNI 1972-2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton* (SNI-03-1974-1990). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1991) *Metode Pengujian Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar* (SNI-03-2458-1991). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

- Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Tjokrodinuljo, K. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro.
- Sunario, (2008) *Kandungan Kimia Dalam Sabut Kelapa* . Laboratorium Balai Besar Pulp dan Kertas.
- Sunario, (2008) *Morfologi Serat Sabut Kelapa*. Laboratorium Balai Besar Pulp dan Kertas.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Standar Industri Indonesia (1981) *Mutu dan Uji Semen* (SII 0013-1981), Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Indonesia.
- Rompas (2013) Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parilla Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.1 (2), Hal.82-89.
- Suhartini, A, Gunarti, S.S., Hasan, A. (2014) Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Bentang*, Vol.2 (1), Hal.66-80.

LAMPIRAN

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

| Nomor Saringan | Ukuran Lubang | | Keterangan |
|----------------|---------------|---------------|--|
| | mm | inchi | |
| - | 76,20 | 3 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 35 kg |
| - | 63,50 | 2,5 | |
| - | 50,80 | 2 | |
| - | 37,50 | 1,5 | |
| - | 25,00 | 1 | |
| - | 50,80 | 2 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh: 20 kg |
| - | 37,50 | 1,5 | |
| - | 25,00 | 1 | |
| - | 19,10 | $\frac{3}{4}$ | |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| - | 4,76 | - | |
| - | 25,00 | 1 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg |
| - | 19,10 | $\frac{3}{4}$ | |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| No. 4 | 4,76 | - | |
| No. 8 | 2,38 | - | |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 2,5 kg |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| No.4 | 4,76 | - | |
| No.8 | 2,38 | - | |
| No.16 | 1,19 | - | |

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

| Nomor saringan | Ukuran | | Keterangan |
|----------------|--------|-------|--|
| | mm | inchi | |
| - | 9,50 | 3/8 | Satu set saringan untuk agregat halus (pasir) Berat minimum: 500 gram |
| No.4 | 4,76 | - | |
| No.8 | 2,38 | - | |
| No.16 | 1,19 | - | |
| No.30 | 0,59 | - | |
| No.50 | 0,297 | - | |
| No.100 | 0,149 | - | |
| No.200 | 0,075 | - | |

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton berbagai umur (hari).

| Umur Beton | Faktor | Umur Beton | Faktor |
|------------|--------|------------|--------|
| 3 | 0,400 | 23 | 0,964 |
| 4 | 0,463 | 24 | 0,971 |
| 5 | 0,525 | 25 | 0,979 |
| 6 | 0,588 | 26 | 0,986 |
| 7 | 0,650 | 27 | 0,993 |
| 8 | 0,683 | 28 | 1,000 |
| 9 | 0,718 | 35 | 1,023 |
| 10 | 0,749 | 36 | 1,026 |
| 11 | 0,781 | 45 | 1,055 |
| 12 | 0,814 | 46 | 1,058 |
| 13 | 0,847 | 50 | 1,071 |
| 14 | 0,880 | 51 | 1,074 |
| 15 | 0,890 | 55 | 1,087 |
| 16 | 0,900 | 56 | 1,090 |
| 17 | 0,910 | 65 | 1,119 |
| 18 | 0,920 | 66 | 1,123 |
| 19 | 0,930 | 90 | 1,200 |
| 20 | 0,940 | 350 | 1,342 |
| 21 | 0,950 | 360 | 1,347 |
| 22 | 0,957 | 365 | 1,350 |

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji

| Benda Uji | Perbandingan Kekuatan Tekan Beton |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Kubus 15 x 15 x 15 cm | 1,00 |
| Kubus 20 x 20 x 20 cm | 0,95 |
| Silinder Ø 15 x 30 cm | 0,83 |

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen Padang PPC.



Gambar L4: Limbah ampas tebu sebelum di bakar.



Gambar L5: Limbah kaca botol yang sudah di pecahkan.



Gambar L6: Abu ampas tebu yang sudah di saring lolos 30.



Gambar L7: Hasil kaca yang sudah di haluskan.



Gambar L8: Proses pengujian *slump*.



Gambar L9: Proses pencetakan beton.



Gambar L10: Proses perendaman benda uji.



Gambar L11: Benda uji yang di jemur.



Gambar L12: Hasil proses uji tekan pada beton.



Gambar L13: Uji kuat tekan beton normal 28 hari: 79,5.



Gambar L14: Uji kuat tekan beton campuran abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 5% 28 hari: 81,5 T.



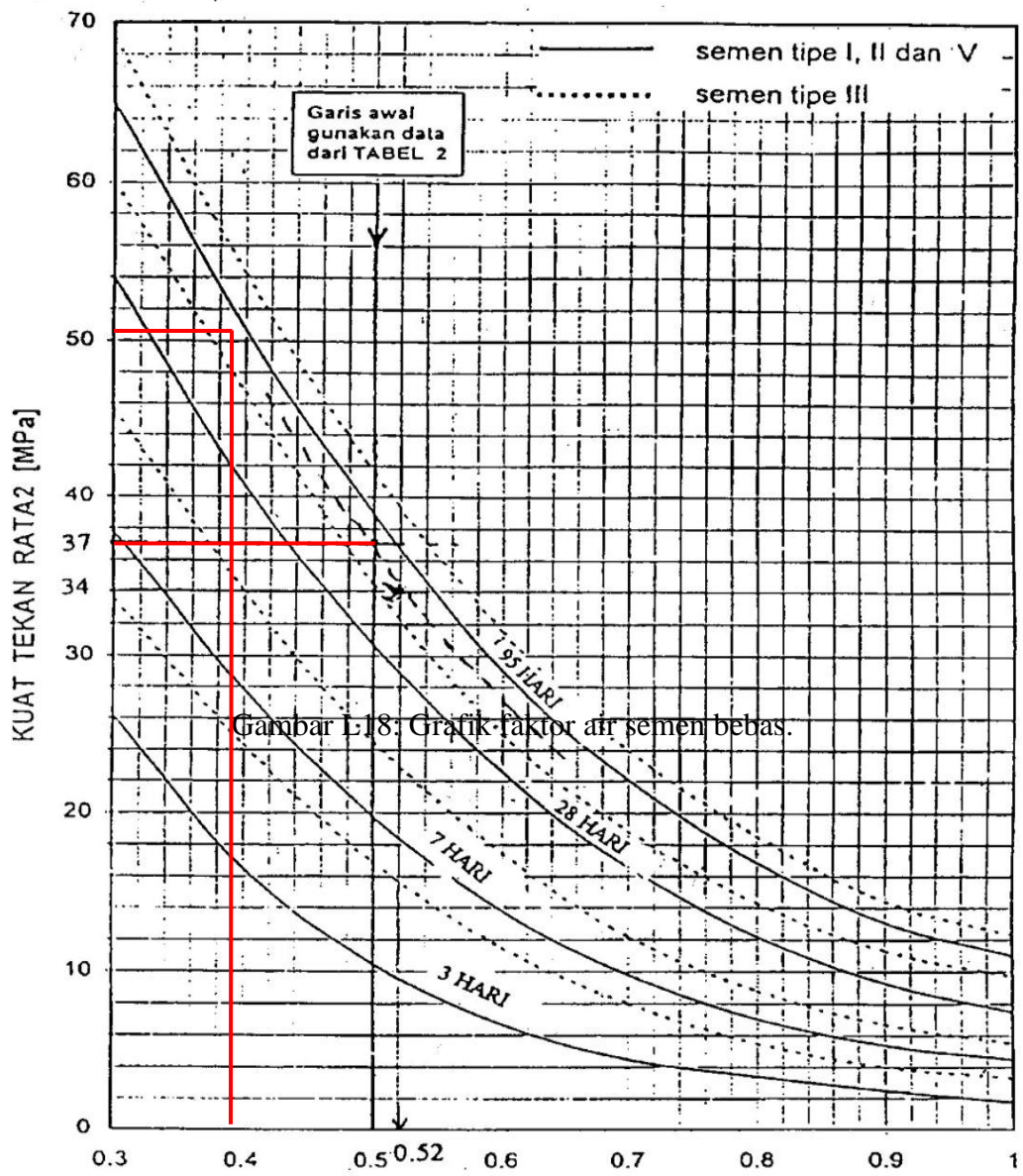
Gambar L15: Uji kuat tekan beton campuran abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10% 28 hari: 72 T.



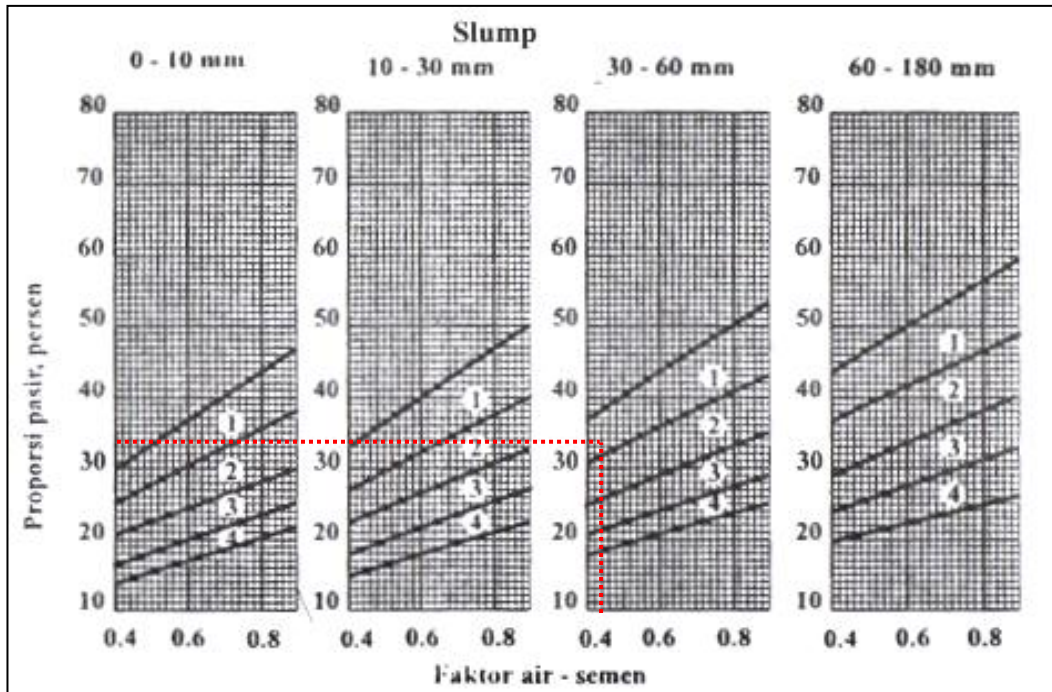
Gambar L16: Uji kuat tekan beton abu ampas tebu dan botol kaca 4% + 5% 28 hari: 65 T.



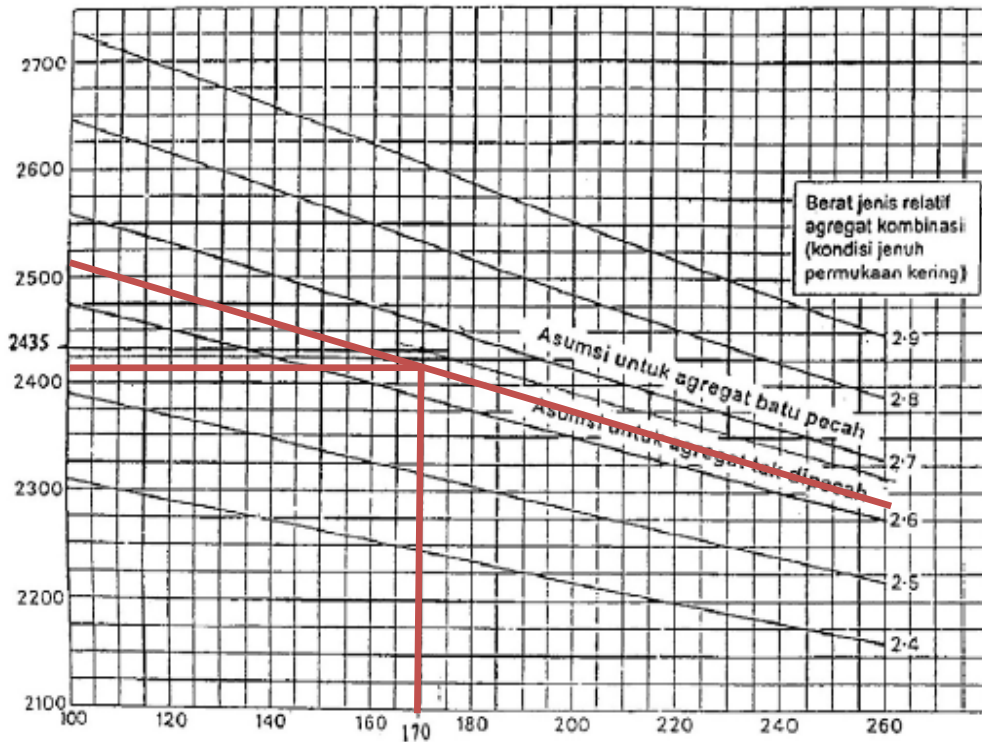
Gambar L17: Uji kuat tekan beton campuran abu ampas tebu dan botol kaca 2% + 10% 28 hari: 46,5 T.



Gambar L.18: Grafik faktor air semen bebas.



Gambar L19: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar L20: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-2000).



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pemilik Benda Uji : Reza Suhwandi Harahap
Rencana Mutu Beton : 32,5Mpa
Bahan Tambah : Normal

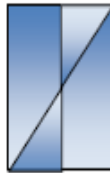
| Jumlah Benda Uji: 4 buah | | Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------------------------------------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | 1 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 09-Apr-18 | 23-Apr-18 | 12645 | 12701 |
| 2 | 2 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 09-Apr-18 | 23-Apr-18 | 12509 | 12599 |
| 3 | 3 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 09-Apr-18 | 23-Apr-18 | 12734 | 12801 |
| 4 | 4 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 09-Apr-18 | 23-Apr-18 | 12712 | 12799 |

| No | Benda Uji | Bahan Ganti | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²) | Estimasi 28 hari (kg/cm ²) | Keterangan |
|-----------------------------|-----------|-------------|-----------|------------------|---|--|------------|
| 1 | 1 | Normal | 14 | 67500 | 46,02 | 52,30 | |
| 2 | 2 | Normal | 14 | 66000 | 45,00 | 51,14 | |
| 3 | 3 | Normal | 14 | 66000 | 45,00 | 51,14 | |
| 4 | 4 | Normal | 14 | 64500 | 43,98 | 49,97 | |
| Kuat Tekan Rata-rata | | | | | | 51,14 | |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Pemilik Benda Uji : Reza Suhwandi Harahap
Rencana Mutu Beton : 32,5Mpa
Bahan Tambah : Normal

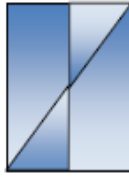
| Jumlah Benda Uji: 4 buah | | Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------------------------------------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | 1 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 15-Feb-18 | 15-Mar-18 | 12651 | 12715 |
| 2 | 2 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 15-Feb-18 | 15-Mar-18 | 12610 | 12702 |
| 3 | 3 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 15-Feb-18 | 15-Mar-18 | 12655 | 12721 |
| 4 | 4 | 1 | 1,09 | 2,26 | 0,33 | 4 | 15-Feb-18 | 15-Mar-18 | 12663 | 12727 |

| No | Benda Uji | Bahan Ganti | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²) | Estimasi 28 hari (kg/cm ²) | Keterangan |
|-----------------------------|-----------|-------------|-----------|------------------|---|--|------------|
| 1 | 1 | Normal | 28 | 60000 | 40,91 | 40,91 | |
| 2 | 2 | Normal | 28 | 78000 | 53,18 | 53,18 | |
| 3 | 3 | Normal | 28 | 79500 | 54,20 | 54,20 | |
| 4 | 4 | Normal | 28 | 77000 | 52,50 | 52,50 | |
| Kuat Tekan Rata-rata | | | | | | 50,20 | |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kept. Mughtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



| | |
|--|----------------------------------|
| RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89) | Lab No : Laboratorium FT UMSU |
| | Sampling Date : 15 Februari 2018 |
| | Testing Date : 15 Februari 2018 |

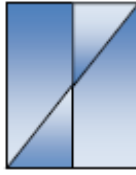
| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Diameter | 37,5 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>) | | |
|--|--|--|
| Sieve size Retained | Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr | Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr |
| 37,5 (1.5 in) | - | - |
| 25 (1 in) | - | - |
| 19.1 (3/4 in) | - | - |
| 12.5 (1/2 in) | 2500 | 1141 |
| 9.50 (No. 3/8 in) | 2500 | 1260 |
| 4.75 (No.4) | - | 955 |
| 2.36 (No. 8) | - | 351 |
| 0.30 (No. 50) | - | - |
| 0.15 (No. 100) | - | - |
| Pan | - | 178 |
| <i>Total</i> | 5000 | 3885 |
| <i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i> | | 1115 |
| <i>Abrasion (keausan) %</i> | | 22,3 |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



| | | |
|--|---------------|------------------------|
| SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86) | Lab No | : Laboratorium FT UMSU |
| | Sampling Date | : 14 Februari 2018 |
| | Testing Date | : 14 Februari 2018 |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 37,5 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Sieve Size | Retained Fraction | | | | Cumulative | |
|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------|------------|---------|
| | Sample I (gr) | Sample II (gr) | Total Weight (gr) | % | Retained | Passing |
| 38,1 (1.5 in) | 145 | 112 | 257 | 3,95 | 3,95 | 96,05 |
| 19.0 (3/4 in) | 965 | 1091 | 2056 | 31,63 | 35,58 | 64,42 |
| 9.52 (3/8 in) | 1110 | 1082 | 2192 | 33,72 | 69,31 | 30,69 |
| 4.75 (No. 4) | 980 | 1015 | 1995 | 30,69 | 100,00 | 0,00 |
| 2.36 (No. 8) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 1.18 (No.16) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.60 (No. 30) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.30 (No. 50) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.15 (No. 100) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 100 |
| <i>Total</i> | 3200 | 3300 | 6500 | 100 | | |

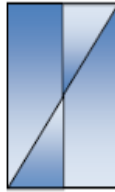
$$Fines Modulus (FM) = \frac{708,85}{100} = 7,09$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



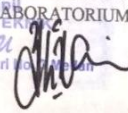
| | | |
|--|---------------|------------------------|
| SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86) | Lab No | : Laboratorium FT UMSU |
| | Sampling Date | : 14 Februari 2018 |
| | Testing Date | : 14 Februari 2018 |

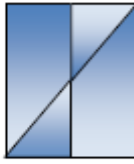
| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 4.75 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Sieve Size | Retained Fraction | | | | Cumulative | |
|----------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|------------|---------|
| | Sampel 1 | Sampel 2 | Total Weight (gr) | % | Retained | Passing |
| 38,1 (1.5 in) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19,0 (3/4 in) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9,52 (3/8 in) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 4,75 (No. 4) | 63 | 17 | 80 | 2,58 | 2,58 | 97,42 |
| 2,36 (No. 8) | 139 | 73 | 212 | 6,84 | 9,42 | 90,58 |
| 1,18 (No.16) | 154 | 259 | 413 | 13,32 | 22,74 | 77,26 |
| 0,60 (No. 30) | 441 | 471 | 912 | 29,42 | 52,16 | 47,84 |
| 0,30 (No. 50) | 401 | 458 | 859 | 27,71 | 79,87 | 20,13 |
| 0,15 (No. 100) | 261 | 268 | 529 | 17,06 | 96,94 | 3,06 |
| Pan | 41 | 54 | 95 | 3,06 | 100 | 0 |
| Total | 1500 | 1600 | 3100 | 100 | | |

$$Fines Modulus (FM) = \frac{263,71}{100} = 2,64$$

Good gradation class :
 $2,6 \leq FM \leq 2,7$

Medan, 11 Mei 2018
 DIPERIKSA OLEH
 KEPALA LABORATORIUM BETON
 FAKULTAS TEKNIK
 UMSU
 Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

 (Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



| | |
|--|---------------------------|
| SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88) | Lab No : Lab FT UMSU |
| | Sampling Date : 12-Feb-18 |
| | Testing Date : 13-Feb-18 |

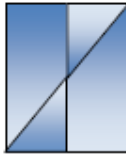
| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 37,5 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Course Agregate Passing No.37,5 mm | Sampel 1 | Sampel 2 | Average |
|---|----------|----------|---------|
| Berat benda uji kering permukaan (A) | 3000 | 3100 | 3050 |
| Berat benda uji kering oven (B) | 2967 | 3089 | 3028 |
| Berat benda uji dalam air (C) | 1901 | 1939 | 1920 |
| Berat curah kering (Sd) $A/(B-C)$ | 2,700 | 2,661 | 2,680 |
| Berat jenis curah jenuh kering permukaan $B/(B-C)$ | 2,730 | 2,670 | 2,700 |
| Berat jenis semu (Sa) $A/(A-C)$ | 2,783 | 2,686 | 2,735 |
| Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-A)/A) \times 100\%$ | 1,112 | 0,356 | 0,734 |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
Prodi Sipil
KEPALA LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



| | |
|--|---------------------------|
| SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88) | Lab No : Lab FT UMSU |
| | Sampling Date : 12-Feb-18 |
| | Testing Date : 12-Feb-18 |

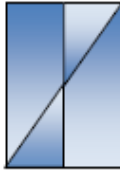
| | |
|-------------------|--------------------------|
| Sources Of Sample | : Binjai |
| Max Dia | : 4.75 mm |
| Project | : Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | : Reza Suhwandi Harahap |

| Fine Agregate Passing No. 4,75 mm | Sample 1 | Sample 2 | Average |
|--|----------|----------|---------|
| Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (S) | 500 | 500 | 500 |
| Berat benda uji kering oven (A) | 492 | 491 | 492 |
| Berat piknometer penuh air (B) | 694,5 | 658 | 676 |
| Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (C) | 980 | 978 | 979 |
| Berat curah kering (Sd) $A/(B+S-C)$ | 2,294 | 2,728 | 2,511 |
| Berat jenis kering permukaan (Ss) $S/(B+S-C)$ | 2,331 | 2,778 | 2,554 |
| Berat jenis semu (Sa) $A/(B+A-C)$ | 2,383 | 2,871 | 2,627 |
| Absortion (<i>penyerapan</i>) (Sw) $((S-A)/A) \times 100\%$ | 1,626 | 1,833 | 1,730 |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
Kepala Laboratorium Beton
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muktar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

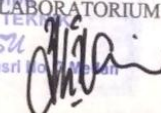


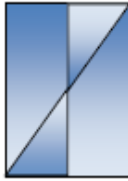
| | |
|--|----------------------------------|
| WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566 | Lab No : Lab FT UMSU |
| | Sampling Date : 13 Februari 2018 |
| | Testing Date : 13 Februari 2018 |
| | |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 4,75 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Fine Agregate Passing No. 4,75 mm | Sample I (gr) | Sample II (gr) | Average |
|--|------------------|-------------------|---------|
| Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>) | 556 | 569 | 563 |
| Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>) | 500 | 500 | 500 |
| Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>) | 545 | 558 | 552 |
| Wt of mold (<i>berat wadah</i>) | 56 | 69 | 63 |
| Wt of water (<i>berat air</i>) | 11 | 11 | 11 |
| Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>) | 489 | 489 | 489 |
| Water content | 2,249 | 2,249 | 2,249 |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON
UMSU
Jl. Kept. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



| | |
|--|----------------------------------|
| WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566 | Lab No : Lab FT UMSU |
| | Sampling Date : 13 Februari 2018 |
| | Testing Date : 13 Februari 2018 |
| | |

E:\picture\L

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 37,5 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Reza Suhwandi Harahap |

| Course Agregate Passing No. 37,5 mm | Sample I (gr) | Sample II (gr) | Average |
|--|------------------|-------------------|---------|
| Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>) | 1205 | 1155 | 1180,0 |
| Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>) | 1050 | 1000 | 1025,0 |
| Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>) | 1198 | 1149 | 1173,5 |
| Wt of mold (<i>berat wadah</i>) | 155 | 155 | 155,0 |
| Wt of water (<i>berat air</i>) | 7 | 6 | 6,5 |
| Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>) | 1043 | 994 | 1018,5 |
| Water content | 0,671 | 0,604 | 0,637 |



Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
Kepala Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Reza Suhwandi Harahap.
NPM : 1407210056
Judul T.Akhir : Analisa Kuat Tekan beton Dan Penyerapan Air Dengan Kombi-
Nasi Filler Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca Substitusi Pasir.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing - II : Hj.Irma Dewi.S.T.M.Si
Dosen Pembanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Perbaikan berupa penulisan
judul dan abstrak bar chart agar lebih jelas.
Kata Opak harus diperbaiki.*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Harus dapat diadopsi
[Signature]
8/2018

Medan 17 Dzulkaedah 1439H
30 Juli 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil

[Signature]

DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I

[Signature]

DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Reza Suhwandi Harahap.
NPM : 1407210056
Judul T.Akhir : Analisa Kuat Tekan beton Dan Penyerapan Air Dengan Kombi-
Nasi Fiiler Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca Substitusi Pasir.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing - II : Hj.Irma Dewi.S.T.M.Si
Dosen Pembanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- *Cek buku panduan utk koreksi!*
- *lihat di papan!*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

acc telah dikoreksi!

ade faisal 15/07/18

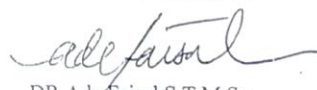
Medan 17 Dzulkaedah 1439H
30 Juli 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc



Tugas Akhir
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reza Suhwandi Hrp
NPM : 1407210056
Judul : "Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca *Substitusi* Pasir"

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|----------|---|-------|
| 1. | 16-11-17 | * ULANGI PEMERIKSAAN 0/ ACG. HALUS ! * BUAT BAB I 9/10 III ! | Oh |
| 2. | 23-12-17 | * ANALISIS MIX DESIGN ! BUAT PROPORSI CAMPURAN PADA TAP & SARINGAN ! | Oh |
| 3. | 15-01-18 | * BUAT B. UJI 0/28 HARI ! (NORMAL + FILLER) * SELESAIKAN BAB III ! | Oh |
| 4. | 23-02-18 | * BUAT B. UJI 0/14 HARI ! (KESEWURAHAN VARIASI) * CEK STANDARD PENSUJIAN ! * LANJUT PENULISAN (BAB IV) ! | Oh |
| 5. | 24-03-18 | * LANJUTKAN DATA KUAT TEKAN & PENYERAPAN AIR ! * SELESAIKAN BAB IV ! | Oh |
| 6. | 17-04-18 | * CEK NILAI SLOMP 0/14 HARI ! * SELESAIKAN 0/ KUAT TEKAN PADA | |

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, Msi)



Tugas Akhir
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reza Suhwandi Hrp
NPM : 1407210056
Judul : "Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca *Substitusi* Pasir"

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|----------|--|-------|
| 6 | 17-04-18 | UMUR 14 HARI ! * HITUNG PERSENTASE PENGARUH LIMBAH TIDP BETON NORMAL ! * LANJUT PEMBAHASAN + BUAT BAB I ! | |
| 7 | 28-04-18 | * SELESAIKAN + LENGKAPI KESELURUHAN TA ! | |
| 8 | 29-05-18 | * PERBAIKI U/ KELENGKAPAN TA ! | |
| 9 | | ACC : SIAP U/ DIPERIKSA ! | |

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, Msi)



Tugas Akhir
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reza Suhwandi Hrp
NPM : 1407210056
Judul : "Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan
Kombinasi Filler Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca Substitusi
Pasir"

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|----------|---|-------|
| 1. | 7/2-18. | - liket format pd panduan perulisan. - Perulisan tabel, jbr dan persamaan. - cek spasi. | |
| 2. | 21/2-18. | - cek kembali spasi dan penggunaan huruf kapital. | |
| 3. | 18/4-18. | - Perbaiki kembali, sesuai koreksi. | |
| 4. | 26/4-18. | - Perbaiki spasi dan lanjutan | |

DOSEN PEMBIMBING II

(Irma Dewi, S.T, Msi)



Tugas Akhir
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reza Suhwandi Hrp
NPM : 1407210056
Judul : "Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi *Filler* Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca *Substitusi* Pasir"

| No | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|----|---------|--|-------|
| 5. | 30/4-18 | - Lanjutkan ke Par. I. | af |
| 6. | 3/5-18 | - Cek spasi antar sub bab - Abstrak - Kata pengantar - Lampiran | af |
| 7. | 8/5-18 | Ace Koreksi Kembali ke Pembimbing I | af |

DOSEN PEMBIMBING II

(Irma Dewi,S.T,Msi)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Reza Suhwandi Harahap
Panggilan : Reza
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 19 Desember 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jalan Barus Comp Bumi Rispa No 41
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Rizal Harahap
Ibu : Haslaini
No. HP : 081262964296
E-mail : rezasuhwandi@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

| No | Tingkat Pendidikan | Nama dan Tempat | Tahun Kelulusan |
|----|--|---------------------|-----------------|
| 1 | Sekolah Dasar | SD Swasta Eria | 2008 |
| 2 | SMP | SMP NEGRI 8 MEDAN | 2011 |
| 3 | SMA | SMA HARAHPN 1 MEDAN | 2014 |
| 4 | Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai. | | |