

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SUBSTITUSI PLASTIK HDPE DAN ABU SABUT KELAPA
DENGAN BAHAN TAMBAH VISCOCRETE 8670 MN TERHADAP
ABSORBSI, KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON**

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

Disusun Oleh:

HILDA NISTI ZENDRATO

1807210048



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Ini Diajukan Oleh:

Nama : Hilda Nisti Zendrato
NPM : 1807210048
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Substitusi Plastik HDPE Dan Abu Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Viscocrete 8670-MN Terhadap Absorpsi, Kuat Tekan, Dan Modulus Elastisitas Beton
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN
KEPADA PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 22 September 2022

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Ini diajukan Oleh:

Nama : Hilda Nisti Zandrato

Npm : 1807210048

Program studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Substitusi Plastik HDPE Dan Abu Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Viscocrete 8670-MN Terhadap Absorpsi, Kuat Tekan, Dan Modulus Elastisitas Beton

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 22 September 2022

Mengetahui dan disetujui:

Dosen Pembimbing:



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc

Dosen Penguji I



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Penguji I



Sri Frapanti. ST.MT

Program Studi Teknik Sipil

Ketua:



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini di ajukan oleh:

Nama : Hilda Nisti Zendrato
Tempat, tanggal lahir : Luaha Bouso,06 Oktober 2000
Npm : 1807210048
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisis Substitusi Plastik HDPE Dan Abu Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Viscocrete 8670-MN Terhadap Absorpsi, Kuat Tekan, Dan Modulus Elastisitas Beton”

Bukan merupakan plagiatisme, 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 hakikatnya 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 bentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat dengan pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 22 September 2022

Saya yang menyatakan.



Hilda Nisti Zendrato

ABSTRAK

ANALISIS SUBSTITUSI PLASTIK HDPE DAN ABU SABUT KELAPA DENGAN BAHAN TAMBAH VISCOCRETE 8670 MN TERHADAP ABSORBSI, KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Hilda Nisti Zandrato

1807210048

Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Pada penelitian ini digunakan limbah berupa limbah abu sabut kelapa dan plastik HDPE sebagai bahan pengganti sebagian agregat. Abu serabut kelapa memiliki sifat pozzolan yang mengandung unsur silikat yang tinggi. Plastik High density polyethylene (HDPE) memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. *Superplasticizer* merupakan bahan tambah pencampur beton (admixtures) yang ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (placing) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari penambahan plastik HDPE sebagai substitusi agregat kasar, abu sabut kelapa sebagai substitusi agregat halus dan Viscrocrete-8670 MN terhadap absorpsi, nilai kuat tekan beton dan modulus elastisitas beton. Dengan variasi penambahan plastik HDPE BN, 0,5%, 1%, dan 1,5%, dari agregat kasar lolos saringan 3/8 tertahan saringan no 4, abu sabut kelapa sebanyak 3 % untuk tiap variasi beton dan Viscrocrete-8670 MN sebesar 0,8% dari berat semen. Nilai maksimum dari tiap pengujian beton adalah Nilai absorpsi beton (4,23% pada variasi beton normal), kuat tekan (32,49 MPa variasi beton 1,5% HDPE), dan modulus elastisitas (94852 MPa variasi beton 1 % HDPE).

Kata kunci : Plastik HDPE, Abu sabut kelapa, Viscrocrete 8670 MN, Kuat tekan, Modulus elastisitas.

ABSTRACT

ANALYSIS OF HDPE PLASTIC SUBSTITUTION AND COCONUT ASH WITH VISCOCRETE 8670 MN ADDITIONAL MATERIALS ON ABSORPTION, COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTICITY MODULUS OF CONCRETE

Hilda Nisti Zandrato

1807210048

Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

In this research, coconut coir waste and plastic ash were used as a partial substitute for waste plastic in the form of HDPE waste. . Coconut fiber ash has pozzolanic properties which contain high silica elements. High density polyethylene (HDPE) plastic has material properties that are stronger, harder, opaque and more resistant to high temperatures. Superplasticizer is an admixture which is added during mixing and or during placing to improve its strength performance. This study aims to study the effect of the addition of HDPE plastic as a substitute for coarse aggregate, coconut coir ash as a substitute for fine aggregate and Viscocrete-8670 MN on absorption, compressive strength of concrete and modulus of elasticity of concrete. With variations in the addition of HDPE BN plastic, 0.5%, 1%, and 1.5%, of the coarse aggregate passing the 3/8 sieve retained by sieve No. 4, coconut coir ash as much as 3% for each variation of concrete and Viscocrete-8670 MN amounting to 0.8% by weight of cement. The maximum value of each concrete test is the concrete absorption value (4.23% in normal concrete variation), compressive strength (32.49 MPa with 1.5% HDPE concrete variation), and modulus of elasticity (94852 MPa with 1 % HDPE concrete variation).).

Keywords : HDPE plastic, Coconut coir ash, Viscocrete 8670 MN, Compressive strength, Modulus of elasticity.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian dengan judul “Analisis Substitusi Plastik HDPE Dan Abu Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Viscocrete-8670 MN Terhadap Absorpsi, Kuat Tekan, Dan Modulus Elastisitas Beton”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha keras dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun, skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam perencanaan skripsi ini terutama untuk:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Ibu Sri Prafanti, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc Wakil Dekan Satu Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis.
7. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda Syafril Zendrato dan Ibunda Endang Sulistianti atas ridho, dukungan, kasih sayang, pengorbanan dan doa dalam perjalanan hidup penulis.
9. Keluarga penulis : Rifqi Defriansyah Zendrato dan Farel Maulana Rahmat Zendrato atas doa dan support kepada penulis.

10. Sahabat sahabat penulis Squad GG: Khairul Afandi, Pandu Wira Pranata, Alfarizi , Fanny Fahrurozy, Andre Lasuandi , yang menjadi support system dan teman seperjuangan kelas A1 Pagi yang memberi penulis masukan-masukan yang bermanfaat, dukungan serta semangat pada proses penyelesaian laporan ini.
11. Teman-teman asrama RUSUNAWA UMSU: Nazmi Farah Simatupang, Zafira, Wiwit, Anggi, Sasa, dan Vivi atas dukungan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dengan demikian penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang bersifat konstruktif dan membangun dari para pembaca, sehingga menjadi bahan pembelajaran pada masa yang akan datang untuk mencapai hasil yang maksimal. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca atau bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan 22 September 2022



Hilda Nisti Zendrato

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | |
| HALAMAN PENGESAHAN | |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | |
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR NOTASI | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Umum | 6 |
| 2.2 Semen | 6 |
| 2.3 Agregat | 8 |
| 2.3.1 Agregat Halus | 8 |
| 2.3.2 Agregat Kasar | 8 |
| 2.4 Air | 9 |
| 2.5 Plastik HDPE | 10 |
| 2.6 Abu Sabut Kelapa | 12 |
| 2.7 Superplastisizer Viscocrete 8670 MN | 14 |
| 2.8 Absorpsi | 16 |
| 2.9 Kuat Tekan Beton | 16 |
| 2.10 Modulus Elastisitas | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| BAB 3 | METODE PENELITIAN | 19 |
| 3.1 | Metodologi Penelitian | 19 |
| 3.2 | Tahapan Penelitian | 19 |
| 3.3 | Lokasi Dan Waktu Penelitian | 22 |
| 3.4 | Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data | 22 |
| 3.4.1 | Data Primer | 22 |
| 3.4.2 | Data Sekunder | 22 |
| 3.5 | Alat Dan Bahan | 22 |
| 3.5.1 | Alat | 23 |
| 3.5.2 | Bahan | 24 |
| 3.6 | Desain Benda Uji | 27 |
| 3.7 | Langkah Langkah Pemeriksaan Agregat | 29 |
| 3.7.1 | Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat | 29 |
| 3.7.2 | Analisa Gradasi Agregat | 29 |
| 3.7.3 | Kadar Lumpur Agregat | 30 |
| 3.7.4 | Berat Isi Agregat | 30 |
| 3.7.5 | Kadar Air Agregat | 31 |
| 3.8 | Pembuatan Cacahan Plastik HDPE | 31 |
| 3.9 | Proses Pembuatan Abu Sabut Kelapa | 32 |
| 3.10 | Perencanaan Mix Desaign | 33 |
| 3.11 | Pembuatan Benda Uji | 42 |
| 3.12 | Pemeriksaan Slump test | 43 |
| 3.13 | Perawatan (Curing) Pada Benda Uji | 44 |
| 3.14 | Uji Absorbsi Beton | 44 |
| 3.15 | Pengujian Kuat Tekan Beton | 45 |
| 3.16 | Uji Modulus Elastistisitas Beton | 45 |
| BAB 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 | Umum | 47 |
| 4.2 | Pemeriksaan Agregat Halus | 47 |
| 4.2.1 | Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat | 47 |
| 4.2.2 | Analisa Gradasi Agregat Halus | 48 |
| 4.2.3 | Pebgujian Kadar Lumpur Agregat Halus | 50 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.2.4 | Pengujian Berat Isi Agregat Halus | 51 |
| 4.2.5 | Pengujian Kadar Air Agregat Halus | 51 |
| 4.3 | Pemeriksaan Agregat Kasar | 52 |
| 4.2.1 | Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat | 52 |
| 4.2.2 | Analisa Gradasi Agregat Halus | 53 |
| 4.2.3 | Pebgujian Kadar Lumpur Agregat Halus | 55 |
| 4.2.4 | Pengujian Berat Isi Agregat Halus | 55 |
| 4.2.5 | Pengujian Kadar Air Agregat Halus | 56 |
| 4.4 | Perencanaan Mix Desaign | 56 |
| 4.5 | Kebutuhan Bahan | 63 |
| 4.6 | Slump Test | 67 |
| 4.7 | Uji Absorbsi | 67 |
| 4.8 | Kuat Tekan Beton | 69 |
| 4.8.1 | Pengujian Kuat Tekan Beton Normal | 70 |
| 4.8.2 | Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (0,5% plastik HDPE 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscocrete 8670 MN | 71 |
| 4.8.3 | Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (1% plastik HDPE 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscocrete 8670 MN | 71 |
| 4.8.4 | Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (1,5% plastik HDPE 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscocrete 8670 MN | 72 |
| 4.9 | Modulus Elastisitas Beton | 74 |
| BAB 5 PENUTUP | | |
| 5.1 | Kesimpulan | 84 |
| 5.2 | Saran | 85 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | : Penelitian terdahulu menggunakan plastik HDPE | 11 |
| Tabel 2.2 | : Penelitian terdahulu menggunakan abu sabut kelapa | 13 |
| Tabel 2.3 | : Penelitian terdahulu menggunakan Viscocrete 8670-MN | 16 |
| Tabel 3.1 | : Peralatan pembuatan benda uji | 23 |
| Tabel 3.2 | : Komposisi campuran benda uji | 28 |
| Tabel 3.3 | : Jumlah benda uji untuk setiap variasi campuran plastik HDPE dan abu sabut kelapa | 28 |
| Tabel 3.4 | : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah Benda uji yang tersedia | 34 |
| Tabel 3.5 | : Nilai tambah margin | 34 |
| Tabel 3.6 | : Perkiraan kuat tekan (Mpa) beton dengan faktor air semen dan Agregat kasar yang biasa di pakai di indonesia | 35 |
| Tabel 3.7 | : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa Tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton | 37 |
| Tabel 3.8 | : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus. | 38 |
| Tabel 4.1 | : Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus | 47 |
| Tabel 4.2 | : Analisa gradasi agregat halus | 48 |
| Tabel 4.3 | : Daerah gradasi agregat halus | 49 |
| Tabel 4.4 | : Kadar lumpur agregat halus | 50 |
| Tabel 4.5 | : Pengujian berat isi agregat halus | 51 |
| Tabel 4.6 | : Kadar air agregat halus | 52 |
| Tabel 4.7 | : Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar | 52 |
| Tabel 4.8 | : Analisa gradasi agregat kasar | 53 |
| Tabel 4.9 | : Daerah gradasi agregat kasar | 54 |
| Tabel 4.10 | : Kadar lumpur agregat kasar | 55 |
| Tabel 4.11 | : Pengujian berat isi agregat kasar | 55 |
| Tabel 4.11 | : Kadar air agregat kasar | 56 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.12 : Hasil pengujian agregat | 57 |
| Tabel 4.13 : Proporsi campuran benda uji | 62 |
| Tabel 4.14 : Koreksi proporsi campuran benda uji | 63 |
| Tabel 4.15 : Kebutuhan bahan untuk 1 kali adukan | 64 |
| Tabel 4.16 : Berat agregat kasar tiap saringan untuk 1 benda uji | 64 |
| Tabel 4.17 : berat agregat halus tiap saringan untuk 1 benda uji | 65 |
| Tabel 4.18 : Jumlah plastik HDPE untuk 1 benda uji tiap variasi | 65 |
| Tabel 4.19 : Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran untuk 1 kali adukan | 66 |
| Tabel 4.20 : Hasil uji slump test | 67 |
| Tabel 4.21 : Uji absorpsi beton normal | 68 |
| Tabel 4.22 : Uji absorpsi beton variasi 0,5% HDPE dan ASK 3% | 68 |
| Tabel 4.23 : Uji absorpsi beton variasi 1 % HDPE dan ASK 3% | 68 |
| Tabel 4.24 : Uji absorpsi beton variasi 1,5% HDPE dan ASK 3% | 69 |
| Tabel 4.25 : Kuat tekan beton normal | 70 |
| Tabel 4.26 : Kuat tekan beton variasi 0,5 % HDPE dan ASK 3% | 71 |
| Tabel 4.27 : Kuat tekan beton variasi 1 % HDPE dan ASK 3% | 72 |
| Tabel 4.28 : Kuat tekan beton variasi 1,5 % HDPE dan ASK 3% | 72 |
| Tabel 4.29 : Nilai kuat tekan maksimum untuk uji modulus elastisitas | 74 |
| Tabel 4.30 : Modulus elastisitas beton normal | 75 |
| Tabel 4.31 : Modulus elastisitas beton variasi 0,5% HDPE dan ASK 3% | 76 |
| Tabel 4.32 : Modulus elastisitas beton variasi 1% HDPE dan ASK 3% | 77 |
| Tabel 4.33 : Modulus elastisitas beton variasi 1,5% HDPE dan ASK 3% | 78 |
| Tabel 4.33 : Perbandingan nilai modulus elastisitas | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.1 | : Bagan alir | 21 |
| Gambar 3.2 | : Semen portland | 24 |
| Gambar 3.3 | : Agregat halus | 25 |
| Gambar 3.4 | : Agregat kasar | 25 |
| Gambar 3.5 | : Air | 26 |
| Gambar 3.6 | : Superplastisizer Viscocrete-8670 MN | 26 |
| Gambar 3.7 | : Plastik HDPE | 27 |
| Gambar 3.8 | : Abu sabut kelapa | 27 |
| Gambar 3.9 | : Agregat kasar dari plastik HDPE | 32 |
| Gambar 3.10 | : Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30cm) | 36 |
| Gambar 3.11 | : Batas gradasi pasir (sedang) No 2 | 39 |
| Gambar 3.12 | : Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm | 39 |
| Gambar 3.13 | : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm | 40 |
| Gambar 3.14 | : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton | 41 |
| Gambar 4.1 | : Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan Persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi agregat II | 50 |
| Gambar 4.2 | : Gradasi Agregat Kasar | 54 |
| Gambar 4.3 | : Faktor air semen | 58 |
| Gambar 4.4 | : Persentase agregat halus | 60 |
| Gambar 4.5 | : Berat isi beton | 61 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.6 | : Slumprt test beton | 67 |
| Gambar 4.7 | : Absorbsi beton | 69 |
| Gambar 4.8 | : Cetakan silinder | 70 |
| Gambar 4.9 | : Grafik hasil uji kuat tekan beton | 73 |
| Gambar 4.10 | : Grafik kuat tekan beton rata rata | 73 |
| Gambar 4.11 | : Grafik modulus elastisitas beton | 79 |
| Gambar 4.12 | : Grafik stress-strain beton variasi 0,5% HDPE dan ASK 3% | 81 |
| Gambar 4.13 | : Grafik stress-strain beton variasi 1 % HDPE dan ASK 3% | 82 |
| Gambar 4.14 | : Grafik stress-strain beton variasi 1,5 % HDPE dan ASK 3% | 75 |
| Gambar 4.15 | : Perbandingan nilai modulus elastisitas beton varisi dengan metode ASTM C-649 dan pembacaan grafik stress-strain | 83 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-----------------|--|-----------------------|
| A | = Berat uji benda kering | (Kg) |
| B | = Berat benda uji setelah perendaman | (Kg) |
| F | = Kuat tekan beton | (Kg/cm ³) |
| P | = Gaya tekan | (Kg/cm) |
| A | = Luas permukaan beton | (cm ²) |
| x_i | = Kuat tekan beton yang didapat dari masing masing benda uji | (MPa) |
| \bar{x} | = Kuat tekan beton rata rata | (MPa) |
| F_c | = Kuat tekan | (MPa) |
| F_{cr} | = Kuat tekan yang ditargetkan | (MPa) |
| M | = Nilai tambah margin | (MPa) |
| E | = modulus elastisitas | (kg/cm ²) |
| σ | = Tegangan | (Kg) |
| ε | = Regangan | (m ³) |
| E | = Modulus Elastisitas | (MPa) |
| W_c | = Berat isi beton antara 1440 – 2560 | (Kg/m ³) |
| E | = modulus elastisitas | (kg/cm ²) |
| S_2 | = tegangan pada 40% tegangan runtuh | (kg/cm ²) |
| S_1 | = tegangan pada saat nilai kurva regangan $\varepsilon_1 = 0,000050$ | (kg/cm ²) |
| ε_2 | = nilai kurva regangan yang terjadi pada saat S_2 | |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar belakang masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada saat ini membawa pengaruh yang sangat besar terhadap semua aspek kehidupan manusia, termasuk diantaranya bidang konstruksi. Seperti yang kita ketahui sekarang ini perkembangan di bidang konstruksi khususnya teknik sipil mengalami peningkatan yang cukup pesat terutama dalam pembangunan gedung dan infrastruktur. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain (Dewi & Purnomo, 2016).

Pada umumnya beton tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan tambahan zat lainnya apabila dibutuhkan. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyusun beton juga dapat berubah atau dikombinasikan dengan bahan organik atau anorganik seperti bahan limbah plastik dan lainnya (Saputra & Nasrullah, 2019)

Salah satu limbah yang belum dimanfaatkan dengan baik adalah abu sabut kelapa. Serabut kelapa biasanya disebut sebagai limbah yang hanya ditinggalkan dibawah tanaman kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering. Pemanfaatannya paling banyak hanya digunakan sebagai alat pembakaran, secara tradisional masyarakat mengolah serabut kelapa menjadi tali dan dianyam menjadi keset. Serabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35% dari berat keseluruhan buah. Serabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Abu serabut kelapa berasal dari pengolahan limbah serabut kelapa yang dibakar yang kemudian menjadi abu. Abu serabut kelapa memiliki sifat pozzolan yang mengandung unsur silikat yang tinggi (Affandy & Bukhori, 2019). Dikarenakan memiliki sifat pozzolan maka abu sabut kelapa memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton normal.

Sedangkan di sisi lain perkembangan ekonomi dan perubahan pola konsumsi dan produksi manusia telah menyebabkan peningkatan sampah plastik secara

drastis di seluruh dunia. Sampah plastik merupakan sampah yang sangat susah untuk terurai di karenakan bukan berasal dari senyawa biologis, bahkan dibutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar sampah plastik terurai dengan sempurna.

Sampah merupakan masalah yang sangat kompleks di daerah perkotaan. Kebutuhan plastik sebagai wadah yang cukup simpel diminati. Data BPS tahun 1999 menunjukkan bahwa volume perdagangan plastik impor Indonesia, terutama polypropylene (PP) pada tahun 1995 sebesar 136.122,7 ton sedangkan pada tahun 1999 sebesar 182.523,6 ton, sehingga dalam kurun waktu tersebut terjadi peningkatan sebesar 34,15%. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan waktu. Sebagai konsekuensinya, peningkatan limbah plastik pun tidak terelakkan (Bachtiar et al., 2021).

Dikarenakan hal tersebut maka pendayagunaan sampah menjadi material yang berguna menjadi penting dan urgen untuk dilakukan, termasuk menggunakan limbah plastik rumah tangga sebagai agregat beton karena bahan tersebut mudah diperoleh dan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Penelitian ini akan menggunakan agregat ringan buatan berasal dari limbah botol plastik High density polyethylene (HDPE). Menurut Harper plastik High density polyethylene (HDPE) adalah jenis polietilena termoplastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Polyethylene tidak larut dalam pelarut apapun pada suhu kamar. Polimer ini juga tahan terhadap asam dan basa tetapi dapat dirusak oleh asam nitrat pekat. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (sampai suhu 120 °C). High density memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi (Rommel, 2015).

HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. Di tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya (katalis Ziegler- Natta) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga

memiliki aplikasi yang luas. (Dewi & Purnomo, 2016). Berdasarkan dari Indonesian Journal Of Applied Physick 2012 penambahan limbah plastik pada campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan (Dewi & Purnomo, 2016).

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah Superplasticizer jenis Sika Viscocrete – 8670 MN. Superplasticizer atau SP merupakan bahan yang digunakan untuk mengurangi air pada campuran beton agar didapat faktor w/c yang kecil tetapi workabilitas tetap normal (Antonius, 2020).

Dengan pemanfaatan limbah plastik jenis HDPE sebagai agregat kasar dan abu sabut kelapa sebagai agregat halus diharapkan mampu menghasilkan produksi beton dengan kuat tekan dan modulus elastisitas yang baik. Maka dari itu peneliti mengambil judul “Analisis Substitusi Plastik HDPE Dan Abu Sabut Kelapa Dengan Bahan Tambah Viscocrete-8670 MN Terhadap Absorpsi, Kuat Tekan, Dan Modulus Elastisitas Beton”. sebagai studi penelitian.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan pada uraian yang telah disampaikan maka dapat ditentukan rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan superplastisizer Viscocrete 8670-MN bersamaan dengan limbah plastik jenis HDPE sebagai agregat kasar dan abu sabut kelapa sebagai tambahan agregat halus terhadap absorpsi, kuat tekan dan modulus elastisitas beton.
2. Bagaimana hasil perbandingan persentase absorpsi, kuat tekan dan modulus elastisitas antara beton normal terhadap beton dengan penambahan superplastisizer Viscocrete 8670-MN bersamaan limbah plastik jenis HDPE sebagai agregat kasar dan abu sabut kelapa sebagai tambahan agregat halus.

1.3. Ruang lingkup penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi ruang lingkup antara lain :

1. Jenis beton yang akan diteliti adalah beton normal.

2. Karakteristik beton normal yang diuji adalah absorpsi, kuat tekan dan modulus elastisitas dari hasil eksperimen.
3. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Bahan tambah yang digunakan adalah campuran plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan abu sabut kelapa.
5. Variasi campuran plastik HDPE (High Density Polyethylene) pada beton normal ialah 0,5 %, 1%, dan 1,5%. Sedangkan untuk abu sabut kelapa digunakan sebanyak 3% untuk setiap benda uji.
6. Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini adalah viscocrete 8670 MN.

1.4. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penambahan Viscocrete 8670-MN bersamaan dengan limbah plastik jenis HPDE sebagai agregat kasar dan abu sabut kelapa sebagai agregat halus terhadap absorpsi, kuat tekan dan modulus elastisitas beton.
2. Mengetahui perbandingan persentase absorpsi, kuat tekan dan modulus elastisitas antara beton normal terhadap beton dengan penambahan Viscocrete 8670-MN bersamaan limbah plastik jenis HPDE sebagai agregat kasar dan abu sabut kelapa sebagai agregat halus.

1.5. Manfaat penelitian

Diharapkan pada penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat adiktif jenis Viscocrete 8670 MN serta penggantian sebagian agregat kasar dengan plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan abu sabut kelapa sebagai tambahan agregat halus pada campuran beton.
2. Menghasilkan material konstruksi beton yang baru dan ramah lingkungan.

3. Memanfaatkan bahan limbah plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan limbah pangan seperti abu sabut kelapa untuk meminimalisir pencemaran udara.
4. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

1.6. Sistematika penulisan

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

BAB 1 Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini berisikan hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Dalam bab ini diuraikan mengenai tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

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

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

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

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Umum

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain. Beton mempunyai peranan sangat penting untuk konstruksi karena mampu menahan gaya tekan dengan baik. Yang perlu disadari benar dalam pembuatan beton disini ialah perancangan komposisi bahan pembentuk beton, yang merupakan penentu kualitas beton, yang berarti pula kualitas sistem struktur total (Dewi & Purnomo, 2016).

Menurut SNI 03-2847-2002, beton merupakan bahan yang didapat dengan mencampurkan semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (Zulkarnain 2021: 1)

2.2. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetanbeton yang dihasilkan (Mulyono 2004:19).

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor industri sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuranbeton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras atau concrete (Zulkarnain 2021: 29).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga udara di antara hingga butir butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya dalam sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka beton hanya peranan semen menjadi penting (Zulkarnain. 2021: 30).

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis (Mulyono. 2004:20).

Menurut Tjokrodinuljo 1996 dalam (Raja & Zulkarnain, 2021) umumnya beton lebih sering menggunakan semen jenis portland yaitu semen dengan bahan penyusun terdiri dari silika, kapur, dan alumina. Semen Portland berfungsi sebagai bahan ikat pada beton. Semen apabila diaduk dengan air akan menjadi pasta, dan apabila diaduk dengan air dan pasir akan menjadi mortar semen, kemudian apabila ditambah dengan kerikil atau batu pecah akan menjadi beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat pada beton agar menjadi suatu massa padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat. Semen biasanya hanya mengisi 10% dari keseluruhan volume beton.

Semen portland (PC) adalah semen yang diperoleh dengan mencampur bahan-bahan yang mengandung kapur (lime) dan lempung, membakarnya pada temperatur yang mengakibatkan terbentuknya klinker dan kemudian menghaluskan klinker dengan gips sebagai bahan tambahan. Kandungan utama pada semen portland terdiri dari kapur (CaO), oksidasi silika (SiO_2), silika alumina (Al_2O_3) dan oksidasi besi (Fe_2O_3). Semen PCC (Portland Composite Cement) (Dewi & Purnomo, 2016)

Ada beberapa jenis semen portland yang sering digunakan. Jenis-jenis semen portland (SNI 03-2834-2000, 2000) yaitu :

- Semen Portland tipe I adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus;
- Semen Portland tipe II adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang;
- Semen Portland tipe III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi;
- Semen Portland tipe V adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat;

2.3. Agregat

Agregat merupakan material-material campuran beton yang saling diikat oleh perekat yaitu semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi berkisar 60-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya cukup besar, agregat ini menjadi penting karena menentukan sifat mortar atau beton yang akan di hasilkan.

Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4,75 mm (standar ASTM), jadi agregat halus adalah batuan yang ukurannya lebih kecil dari 4,80 mm atau 4,75 mm (Jalali, 2017).

2.3.1. Agregat Halus

Agregat halus merupakan bahan pengisi beton berupa pasir. Fungsi agregat halus sendiri adalah sebagai pengisi ruang antara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat (Candra et al., 2020).

Agregat halus untuk beton adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan batuan atau berupa pasir buatan yang dihasil oleh alat-alat pemecah batu (Dewi & Purnomo, 2016).

2.3.2. Agregat Kasar

Menurut Asri Mulyadi dkk., 2018 dikutip dalam skripsi (Lubis & Zulkarnain, 2021) Agregat kasar ialah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan di ayakan 4,75 mm (No.4 standart ASTM) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batu– batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin.

Agregat kasar adalah komponen utama yang paling banyak memberikan

sumbangan kekuatan kepada calon beton nantinya. Secara umum, kekuatan beton tergantung pada kekuatan agregat kasarnya. Berikut ini beberapa syarat untuk agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton (Dewi & Purnomo, 2016) yaitu:

1. Agregat kasar terdiri dari butiran – butiran yang keras dan tidak berpori.
2. Agregat kasar bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
3. Agregat kasar tidak mengandung lumpur dari 1% berat kering. Jika melampaui 1% maka agregat harus dicuci terlebih dahulu.
4. Agregat kasar tidak mengandung unsur organik.

2.4. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Fungsi air dalam pembuatan beton untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara agregat kasar dan halus. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25%- 30% dari berat semen tersebut (Siswanto & Gunarto, 2019).

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonnya lecah (workable). Air yang digunakan untuk campuran beton serta untuk pemeliharaan beton yang telah mengeras harus memenuhi persyaratan air tawar yang bersih, dan tidak mengandung bahan organik, lumpur, minyak, gula, klorida, asam atau bahan lain yang merusak beton. Air yang digunakan bisa dari berbagai sumber contohnya, air dari sumur, dari danau, maupun air dari sungai. Air laut juga bisa digunakan tapi hanya untuk beton tanpa tulangan karena air laut dapat menyebabkan korosi pada tulangan (Dewi & Purnomo, 2016).

Menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971), syarat- syarat air untuk beton adalah:(Panennungi & Pertiwi, 2013)

- a. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam- garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan.
- b. Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan untuk diuji/test.
- c. Apabila pemeriksaan di lembaga tersebut tak dapat dilakukan, maka air

dapat dipakai asalkan campuran semen ditambah air yang memakai air kekuatan tekan paling sedikit 90% dari kekuatan semen ditambah air suling pada umur umur 7 hari dan 28 hari.

2.5. Plastik HDPE

Plastik adalah bahan yang mempunyai derajat kekristalan lebih rendah daripada serat, dan dapat dilunakkan atau dicetak pada suhu tinggi (suhu peralihan kacanya diatas suhu ruang), jika tidak banyak bersambung silang. Plastik merupakan polimer bercabang atau linier yang dapat dilelehkan diatas panas penggunaannya. Plastik dapat dicetak (dan dicetak ulang) sesuai dengan bentuk yang diinginkan dan yang dibutuhkan dengan menggunakan proses injection molding dan ekstrusi (Basri & Zaki, 2019).

Pengembangan plastik berasal dari penggunaan material alami (seperti: permen karet, "shellac") sampai ke material alami yang dimodifikasi secara kimia (seperti: karet alami, "nitrocellulose") dan akhirnya ke molekul buatan-manusia (seperti: epoxy, polyvinyl chloride, polyethylene) (Basri & Zaki, 2019).

Salah satu jenis plastik yang sering dijumpai di masyarakat yaitu HDPE (high-density polyethylene) merupakan jenis polimer yang memiliki tingkat kepadatan tinggi yang bersifat fleksibel, tahan benturan, tahan terhadap suhu rendah. Penggunaan plastik HDPE sebagai agregat buatan merupakan alternatif pengganti agregat kasar karena berat jenis plastik HDPE relatif ringan, yaitu 941-965 kg/m³ (Wardana et al., 2021)

High-density polyethylene (HDPE) atau *polyethylene high-density* (PEHD) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Kadang-kadang disebut "alkathene" atau "polythene" bila digunakan untuk pipa. Dengan rasio kekuatan-ke-kerapatan tinggi, HDPE digunakan dalam produksi botol plastik, pipa tahan korosi, geomembran, dan kayu plastik (Supriyanto et al., 2019)

High Density Polyethelene (HDPE) memiliki sifat bahan yang lebih keras, kuat, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. *High Density Polyethelene* (HDPE) biasa digunakan untuk botol shampoo, barang yang terbuat dari melamin, botol susu, jerigen dan lain-lain. *High Density Polyethelene* (HDPE) merupakan

salah satu bahan plastik yang aman digunakan karena kemampuannya yang dapat mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik dengan makanan / minuman yang dikemasnya. Namun begitu, plastik *High Density Polyethelene* (HDPE) tetap hanya disarankan sekali pakai saja karena pelepasan senyawa antimony trioksida yang terus meningkat seiring waktu (Hakim, 2019).

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan ataupun minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi (Dewi & Purnomo, 2016).

Agregat kasar berbahan plastik dari jenis HDPE memiliki nilai fine modulus 4,63 dimana nilai tersebut hampir mendekati ambang bawah dari persyaratan agregat. Hal ini dapat diperbaiki dengan mengatur gradasi dan jumlah agregat maksimal yang dibutuhkan untuk setiap ukuran (Rommel, 2015).

Beberapa pertimbangan mengapa agregat plastik tersebut hampir dapat menyerupai agregat kasar pada umumnya, antara lain ; pembentukan agregat buatan dari bahan plastik melalui proses pemanasan kemudian didinginkan menyebabkan peningkatan kekuatan abrasi dari agregat, kemudian tekstur permukaan yang licin dan tidak porous akan menambah ketahanan agregat tersebut dari benturan antar agregat maupun akibat beban (Rommel, 2015).

Adapun beberapa penelitian beton menggunakan bahan plastik HDPE sebagai agregat kasar dibuat dari penelitian sebelum nya, pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu menggunakan plastik HDPE

| No | Nama dan judul | Bahan dan campuran | Hasil |
|----|--|--------------------|--|
| 1 | Pemanfaatan Biji Plastik Jenis <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Sebagai Substitusi Agregat Pada Bata Beton (Paving Block) | Biji plastik HDPE | Kuat Tekan: <ul style="list-style-type: none"> • 0 % : 10,08 Mpa • 0,3% : 12,90 Mpa • 0,4% : 14,63 Mpa • 0,5 % : 13,29 Mpa |

| | | | |
|---|---|--|---|
| | (Hakim, 2019) | | <ul style="list-style-type: none"> • 0,6% : 11,58 Mpa |
| 2 | Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe Sebagai Pengganti Agregat Kasar Tertentu Pada Campuran Beton Ringan. (Wardana et al., 2021) | Biji plastik HDPE | Porositas: <ul style="list-style-type: none"> • 75% : 10,9% • 80% : 11,1% • 85% : 11,62% • 90% : 11,91% Kuat tekan <ul style="list-style-type: none"> • 75% : 9,085 Mpa • 80% : 9,710 Mpa • 85% : 8,862 Mpa • 90% : 8,013 Mpa Modulus Elastisitas: <ul style="list-style-type: none"> • 75% : 10824,4 Mpa • 80% : 9910,7 Mpa • 85% : 9275,86Mpa • 90% : 8749,41 Mpa |
| 3 | Analisa Pengaruh Subtitusi Limbah Plastik Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. (Saputra & Nasrullah, 2019) | Biji plastik HDPE dan biji plastik PET | Kuat tekan: <ul style="list-style-type: none"> B.normal : 15,88 Mpa HDPE 20% : 12,01 Mpa PET 20% : 11,71 Mpa BC : 12,39 Mpa |

2.6. Abu Sabut Kelapa

Kelapa adalah salah satu jenis tanaman yang termasuk kedalam suku pinang pinangan (aracaceae). Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yakni sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat

dan sekam (dust) (Maulana, 2017).

Menurut *united coconut association of the philipines* (UCAP) dari 1 buah kelapa dapat diperoleh rata-rata 0,4 kg sabut. Sabut tersebut mengandung 30 persen serat dan sabut kelapa merupakan bahan yang kaya dengan unsur kalium (Maulana, 2017). Abu sabut kelapa diperoleh dari sabut kelapayang di keringkan dan mengalami proses pembakaran kemudian menjadi abu. Abu serabut kelapa memiliki sifat pozzolan yang mengandung unsur silikat yang tinggi (Affandy & Bukhori, 2019)

Adapun beberapa penelitian beton menggunakan bahan abu sabut kelapa dibuat dari penelitian sebelum nya, pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2: Penelitian terdahulu menggunakan abu sabut kelapa

| No | Nama dan Judul | Bahan dan Campuran | Hasil |
|----|---|---|---|
| 1 | Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. (Affandy & Bukhori, 2019) | Abu sabut kelapa | Kuat tekan : <ul style="list-style-type: none"> • Normal :16,50 Mpa • 0,25% : 23,89 Mpa • 0,50 % : 23,65 Mpa • 0,75% : 23,68 Mpa |
| 2 | Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Dan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. (Anwar & Mahmudati, 2019) | Abu sabut kelapa 1,5% dan serat sabut kelapa 0,3% | Kuat tekan: 13,04 Mpa |
| 3 | Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kelapa dan Gula Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton. (Rini et al., 2021) | Abu kulit kelapa dan gula pasir | Kuat tekan <ul style="list-style-type: none"> • Beton normal 7 hari: 14,15 MPa 14 hari: 17,84 MPa 21 hari: 22,16 Mpa 28 hari :26,87 Mpa |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • 0,1% gula & 1% abu kulit kelapa 7 hari: 12,21 MPa 14 hari: 15,14 MPa 21 hari: 16,93 Mpa 28 hari :18,90 Mpa • 0,2% gula & 2% abu kulit kelapa 7 hari: 14,77 MPa 14 hari: 18,01 MPa 21 hari: 19,05 Mpa 28 hari :20,67 Mpa • 0,3% gula & 3% abu kulit kelapa 7 hari: 16,50 MPa 14 hari: 18,19 MPa 21 hari: 19,39 Mpa 28 hari :22,34 Mpa |
|--|--|--|--|

2.7. Superplastisizer viscocrete 8670 MN

Superplasticizer merupakan bahan tambah pencampur beton (admixtures) yang ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (placing) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. Superplasticizer termasuk bahan tambahan tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”(Dzikri & Firmansyah, 2018)

Prinsip mekanisme kerja dari superplasticizer secara umum yaitu partikel semen dalam air cenderung untuk berkoheisi satu sama lainnya dan partikel semen akan menggumpal (flokulasi). Penambahan *superplasticizer* mengakibatkan partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi (menolak). Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *superplasticizer* dapat menurunkan

viskositas pasta semen sehingga pasta semen lebih fluid/alir (Dzikri & Firmansyah, 2018)

Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Dengan kata lain *superplasticizer* mempunyai dua fungsi yaitu, mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kohesi antar semen (Juwanda & Zulkarnain, 2021).

Dikutip dari skripsi (Lubis & Zulkarnain, 2021) Viscrocrete-8670 MN adalah superplasticiser yang sangat cocok untuk produksi beton yang membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik. Dengan kombinasi waktu kerja yang luar biasa dan pengembangan kekuatan awal. Viscrocrete-8670 MN digunakan untuk sebagai berikut :

- Beragam aplikasi yang memerlukan kemampuan kerja yang sangat baik dan pengembangan kekuatan awal yang baik.
- Beton dengan reduksi air sangat tinggi (hingga 30%).
- Beton berkinerja tinggi.

Sika Viscrocrete – 8670 MN adalah Superplasticizer bertenaga berbasis teknologi canggih yang memberikan keuntungan sebagai berikut (Raja & Zulkarnain, 2021):

- Kemampuan kerja yang diperpanjang dalam hubungannya dengan pengembangan kekuatan cepat berikutnya.
- Efek plastisasi yang sangat baik, menghasilkan karakteristik aliran, penempatan, dan pemadatan yang lebih baik.
- Memberikan banyak peluang untuk meningkatkan biaya misalnya : pengurangan semen, Desain campuran yang lebih ekonomis, Pengurangan biaya energi untuk elemen pracetak pengawet uap, Pengurangan klaim potensial, dll.

Adapun beberapa penelitian beton menggunakan bahan Viscrocrete 8670 Mn dibuat dari penelitian sebelumnya, pada tabel dibawah ini:

Tabel. 2.3: Penelitian terdahulu menggunakan viscocrete 8670 Mn

| No | Nama dan Judul | Bahan Campuran | Hasil penelitian |
|----|--|--|---|
| 1 | Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (<i>Poly Ethylene Terephthalate</i>) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan Viscocrete 8670 MN Terhadap Kuat Tekan Beton. (Lubis & Zulkarnain, 2021) | Plastik PET dan 0,8% Viscocrete 8670 MN | Kuat tekan: <ul style="list-style-type: none"> • Beton normal: 25,6 Mpa • Variasi 1% : 22,7 Mpa • Variasi 1,5% : 27,3 Mpa • Variasi 2% : 31,1 Mpa • Variasi 2,5%: 32,1 MPa |
| 2 | Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Superplastisizer Viscocrete – 8670 MN Dan BahanTambah Abu Sekam Padi. (Juwanda & Zulkarnain, 2021) | Viscocrete – 8670 MN Dan 0,8% Abu Sekam Padi | Kuat tarik belah: <ul style="list-style-type: none"> • Beton normal : 2,58 MPa • ASP 5% : 1,91 MPa • ASP 10% : 1,80 Mpa • ASP 15% : 1,70 MPa |
| 3 | Analisa Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton. (Alwi & Zulkarnain, 2021) | Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN | Kuat tarik: <ul style="list-style-type: none"> • Beton normal: 3,61 MPa • BSF 1% :2,91 MPa • BSF 2% : 3,19 MPa • BSF 3%: 3,26 % • BSF 4%: 3,82% |

2.8. Absorbsi

Pengujian daya serap beton adalah kemampuan bahan dalam menyerap air. Bobot isi adalah perbandingan massa dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air (Siswanto & Gunarto, 2019).

$$Absorbsi = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat benda uji kering (kg)

B = Berat benda uji setelah perndaman (kg)

2.9. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dan perbandingan semen, air, agregat dan berbagai jenis campuran. Faktor utama yang menjadi penentuan tekan beton adalah perbandingan air terhadap semen (Candra et al., 2020). Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui SNI-1974-2011 tentang cara uji kuat tekan dengan benda uji silinder (Dzikri & Firmansyah, 2018)

Kekuatan tekan beton didefinisikan sebagai tegangan yang terjadi dalam benda uji pada pemberian beban hingga benda uji tersebut hancur. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur (Safitri et al., 2020). Rumus kuat tekan beton yaitu:

$$f = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f = Kuat tekan beton (Kg/cm³)

P = Gaya tekan (Kg/cm)

2.10. Modulus Elastisitas

Menurut Murdock & Brook 1991 modulus elastisitas beton merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang. Beton tidak memiliki modulus elastisitas yang pasti. Nilainya bervariasi tergantung dari kekuatan beton, umur beton, jenis pembebanan, dan karakteristik serta perbandingan semen dan agregat (Soentpiet et al., 2018). Rumus menghitung modulus elastisitas beton yaitu (Wardana et al., 2021)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Dimana

σ = Tegangan (Kg)

ϵ = Regangan (m³)

Berdasarkan (SNI 2847-2013,2013)tentang persyaratan beton struktural pada gedung dijelaskan bahwa nilai modulus elastisitas teoritis untuk beton diizinkan diambil nilai sebesar:

$$E = W_c^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c}$$

Atau untuk beton normal:

$$E = 4700 \sqrt{f'_c}$$

Keterangan

E = Modulus Elastisitas (MPa)

Wc = Berat isi beton antara 1440 – 2560 (Kg/m³)

f'_c = Kuat tekan beton rencana (MPa)

Menurut ASTM C-469 02 Modulus elastisitas beton hasil pengujian laboratorium dengan benda uji silinder dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Soentpiet et al., 2018).

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,000050}$$

Dengan:

E = Modulus elastisitas (kg/cm²)

S₂ = Tegangan pada 40% tegangan runtuh (kg/cm²)

S₁ = Tegangan pada saat nilai kurva regangan $\epsilon_1 = 0,000050$ (kg/cm²)

ϵ_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada saat S₂

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan limbah plastik jenis HDPE dan abu sabut kelapa adalah dengan menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data.

3.2. Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji beton (Agregat kasar, Agregat halus, Semen Portland dan Air) yang akan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008. C
- c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder

d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder.

5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton didalam bak selama 28 hari.

6. Pengujian Beton

Pada tahapan ini dilakukan pengujian absorpsi, kuat tekan, dan modulus elastisitas beton.

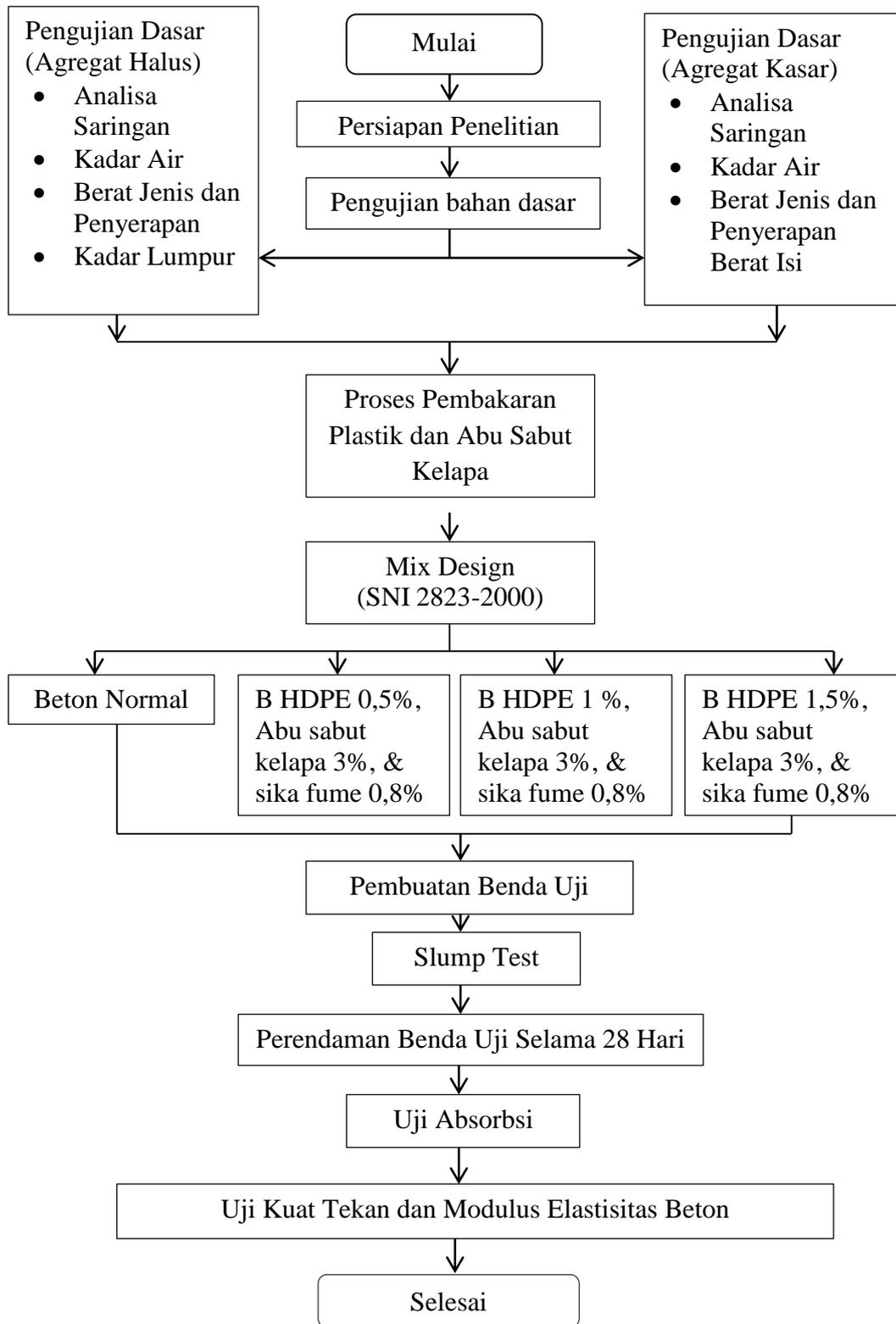
7. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu di buat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

Secara keseluruhan tahapan penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1: Bagan Alir

3.3. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk pengerjaan pembuatan beton, perendaman, uji absorpsi dan uji kuat tekan beton. Pengerjaan uji modulus elastisitas untuk beton normal dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sumatera utara. Sedangkan untuk uji modulus beton variasi dilakukan di Laboratorium Terpadu. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 3 bulan.

3.4. Sumber Data Dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI 03-1968, 1990).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996).
7. Perencanaan campuran beton (Mix Design) (SNI 03-2834-2000).
8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji absorpsi (SNI 03-6433-2000)
10. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011).
11. Uji modulus elastisitas beton (ASTMC-469 02)

3.4.2. Data Sekunder

Data ini adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal-jurnal yang berhubungan dengan teknik beton, referensi pembuatan beton seperti buku SNI dan ASTM (American Society For Testing And Materials). Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.5. Alat dan Bahan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang berkualitas untuk memenuhi persyaratan yang berlaku. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1: Peralatan pembuatan benda uji

| No | Nama Alat | Kegunaan |
|----|--------------------------------|--|
| 1 | Compressing Test Machine (CTM) | Menguji Kuat tekan beton |
| 2 | Mesin Modulus Elastisitas | Menguji modulus elastisitas beton |
| 3 | Saringan Agregat Kasar | Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran |
| 4 | Saringan Agregat Halus | Memisahkan agregat halus sesuai ukuran |
| 5 | Cetakan Silinder | Mencetak benda uji |
| 6 | Oven | Mengeringkan agregat kasar dan halus |
| 7 | Gelas Ukur | Mengukur takaran air dan visconcrete 8670 MN |
| 8 | Kerucut Abrams | Uji slump test |
| 9 | Mixer Beton | Mmebuat campuran beton |
| 10 | Timbangan | Untuk menimbang benda uji |
| 11 | Tongkat Penumbuk | Memadatkan benda uji |
| 12 | Triplek Ukuran 1x2 m | Alas dalam pengujian slump test |
| 13 | Bak Perendaman | Untuk merendam benda uji |
| 14 | Pan | Wadah saat menyaring agregat |
| 15 | Ember | |

| | | |
|----|---------------|---|
| 16 | Plastik | Sebagai wadah agregat yang telah disaring |
| 17 | Sendok semen | Meratakan campuran beton saat diletakan dicetakan |
| 18 | Sekop tangan | Mengaduk dan memasukan agregat ke dalam cetakan |
| 19 | Skrap | Meratakan campuran beton |
| 20 | masker | Untuk melindungi pernapasan dari debu |
| 21 | Sarung tangan | Melindungi tangan |
| 22 | Penggaris | Mengukur slump flow |

3.5.2. Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen Portland tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran bewarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.



Gambar 3.2: Semen Portland

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 4. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.3: Agregat Halus

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 1,5. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.4: Agregat Kasar

4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan pada beton setelah di cor.



Gambar 3.5: Air

5. Superplasticizer Sika Viscocrete-8670 MN

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah Superplasticizer jenis Sika Viscocrete-8670 MN yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3.6: Viscocrete 8670 MN

6. Plastik HDPE

Bahan tambah sebagian pengganti agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plastik HDPE.



Gambar 3.7: Plastik HDPE

7. Abu Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa untuk penelitian ini diperoleh dari pengrajin sabut kelapa yang dibeli dari Kota Medan



Gambar 3.8: Gambar abu sabut kelapa

3.6. Desain Benda Uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 12 buah beton dengan 4 (empat) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2. Komposisi campuran benda uji

| No | Kode Benda Uji | Agregat Kasar | Agregat Halus | Platik HDPE | Abu Sabut Kelapa | Viscocrete 8670- MN | Jumlah Sampel |
|--------|--------------------------|---------------|---------------|-------------|------------------|---------------------|---------------|
| 1 | Beton Normal | 100% | 100% | 0% | 0% | 0,8% | 3 |
| 2 | B. HDPE 0,5% dan ASK 3% | 99,5% | 97% | 0,5 % | 3 % | 0,8% | 3 |
| 3 | B. HDPE 1% dan ASK 3% | 99% | 97% | 1% | 3 % | 0,8% | 3 |
| 4 | B. HDPE 1,5 % dan ASK 3% | 98,5% | 97% | 1,5% | 3 % | 0,8% | 3 |
| Jumlah | | | | | | | 12 |

Keterangan

- B. HDPE 0,5% dan ASK 3% : Beton dengan campuran 0,5% plastik HDPE dari berat agregat kasar dan 3% abu sabut kelapa dari berat agregat halus dengan tambahan viscocrete 8670 MN.
- B. HDPE 1% dan ASK 3% : Beton dengan campuran 1% plastik HDPE dari berat agregat kasar dan 3 % abu sabut kelapa dari berat agregat halus dengan tambana viscocrete 8670 MN.
- B. HDPE 1,5% dan ASK 3% : Beton dengan campuran 1,5% plastik HDPE dari berat agregat kasar dan 3 % abu sabut kelapa dari berat agregat halus dengan tambana viscocrete 8670 MN.

Tabel 3.3: Jumlah benda uji untuk setiap variasi campuran plastik HDPE dan abu sabut kelapa

| Benda Uji Silinder | Perendaman Beton 28 hari | | |
|--------------------|--------------------------|-------------|--------|
| | Uji Kuat | Uji Modulus | Jumlah |
| | | | |

| | Tekan | Elastisitas | |
|-----------------------|-------|-------------|---|
| Beton normal | 2 | 1 | 3 |
| 0,5% HDPE dan 3% ASK | 2 | 1 | 3 |
| 1 % HDPE dan 3% ASK | 2 | 1 | 3 |
| 1,5% HDPE dan 3 % ASK | 2 | 1 | 3 |
| Total 12 sampel | | | |

3.7. Langkah Langkah Pemeriksaan Agregat

3.7.1. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah (24+4) jam direndam di dalam air.

Prosedur pengujian:

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

3.7.2. Analisa Gradasi Agregat

Analisa gradasi agregat dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Prosedur pengujian

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

3.7.3. Kadar Lumpur Agregat

Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.

Prosedur pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 500 gram Kemudian ditimbang (W_1).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencucisecukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran – kotoran pada benda ujihilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W_2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W_3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ($W_4 = W_3 - W_2$).

3.7.4. Berat Isi Agregat

Penentuan berat isi dari campuran beton segar dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton.

Prosedur percobaan

1. Berat isi lepas
 - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W_1).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
 - d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W_2).
 - e. Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.7.5. Kadar Air Agregat

Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan.

Prosedur percobaan:

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

3.8. Pembuatan Cacahan Plastik HDPE

Langkah langkah dalam pembuatan cacahan plastik HDPE yaitu:

1. Pengumpulan plastik HDPE diperoleh dari sekitaran kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan berbagai sumber ditempat pembuangan sampah.
2. Plastik HDPE yang telah dikumpulkan, selanjutnya dicuci hingga bersih dari kotoran-kotoran yang menempel.
3. Plastik HDPE yang telah dicuci kemudian digunting menjadi bagian- bagian yang kecil guna untuk mempermudah proses pembakaran.
4. Plastik HDPE kemudian dimasukkan ke dalam panci atau wadah pembakaran, kemudian dipanaskan dengan suhu kurang lebih 100°C hingga leleh.
5. Plastik yang telah leleh kemudian dicetak dalam cetakan yang berbentuk persegi empat.
6. Hasil cetakan kemudian didinginkan kurang lebih 1 jam.
7. Hasil cetakan yang telah dingin kemudian dihancurkan menyerupai agregat kasar menggunakan palu dan disaring hingga mendapatkan ukuran 1 - 1,5 cm.



Gambar 3.9: Agregat kasar dari plastik HDPE

3.9. Proses Pembuatan Abu Sabut Kelapa

Abu sabut kelapa di peroleh dari serabut kelapa yang telah di jemur hingga

kering kemudian melalui proses pembakaran.

3.10. Perencanaan Mix Design

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian slump. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

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

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

Dengan :

S = Deviasi standar

x_i = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dengan :

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

- 1) Mewakili bahan - bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.

- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.3

Tabel 3.4: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

| Jumlah pengujian | Faktor Pengali Deviasi Standar |
|------------------|--------------------------------|
| <15 | $f_c + 12$ MPa |
| 15 | 1,16 |
| 20 | 1,08 |
| 25 | 1,03 |
| ≥ 30 | 1,00 |

3. Menghitung nilai tambah

Tabel 3.5 nilai tambah margin

| Tingkat Mutu Pekerjaan | S (MPa) |
|------------------------|---------|
| Memuaskan | 2,8 |
| Hampir memuaskan | 3,5 |
| Sangat baik | 4,2 |
| Baik | 5,7 |
| Sedang | 6,5 |
| Kurang | 7,0 |

M adalah nilai tambah 5,7 adalah tingkat mutu pekerjaan baik.

4. Menghitung kuat tekan beton rata rata f_{cr}

$$f_{cr} = f'_c + M$$
5. Menetapkan jenis semen.
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.
7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari

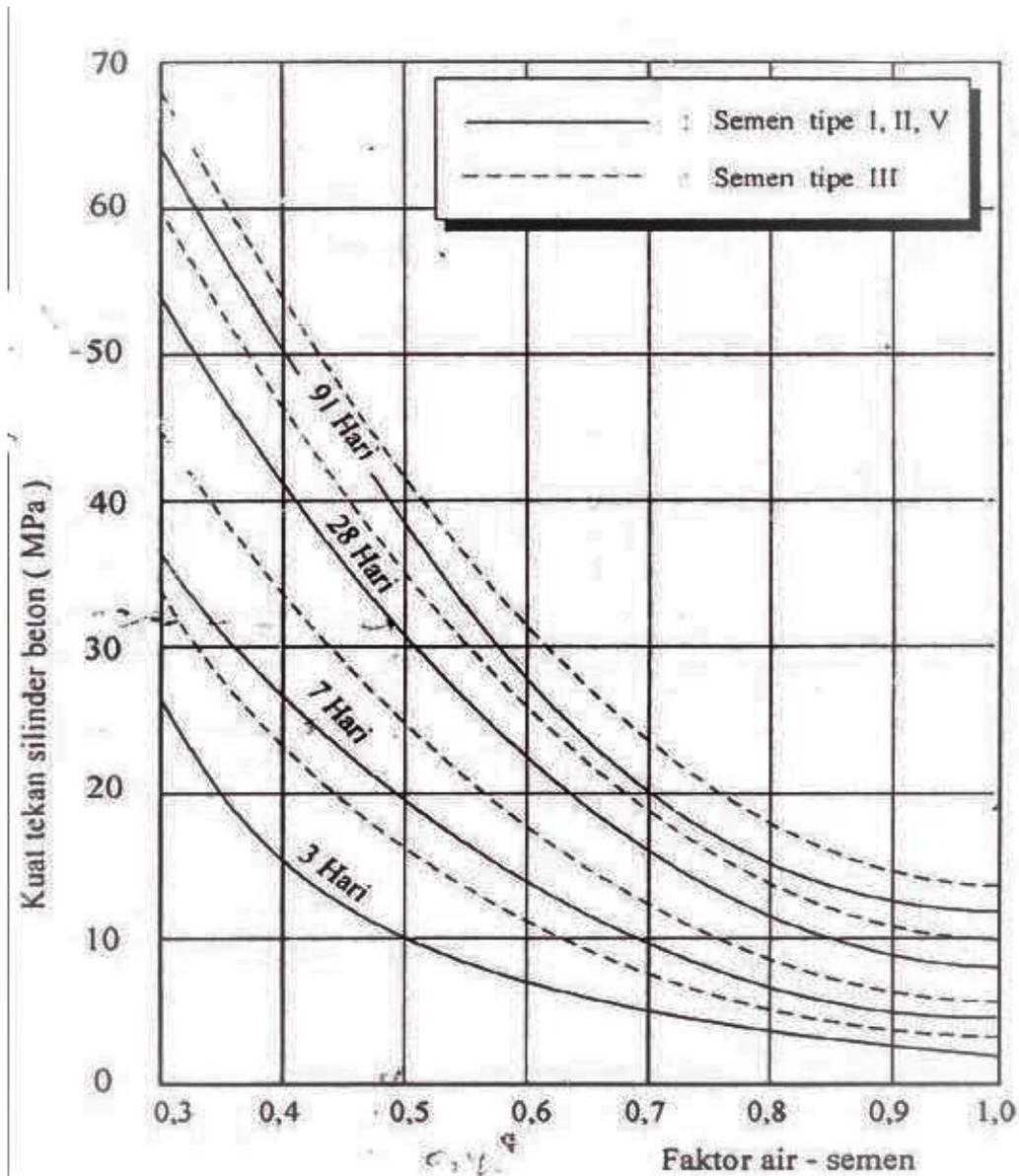
penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.5. Bila dipergunakan gambar 3.2 ikuti langkah-langkah berikut:

- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai.
- 2) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas.
- 3) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 2 secara proporsional.
- 4) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 3 di atas.
- 5) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan.

Tabel 3.6: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

| Jenis semen | Jenis Agregat Kasae | Kakuatan tekan (MPa) | | | | Bentuk uji |
|--------------------------------|------------------------|----------------------|----|----|----|------------|
| | | Pada umur (hari) | | | | |
| | | 3 | 7 | 28 | 29 | |
| Semen portland Tipe I | Batu tak pecah | 17 | 23 | 33 | 40 | Silinder |
| | Batu Pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | |
| | Batu tak pecah | 20 | 28 | 40 | 48 | Kubus |
| Semen tahan sulfat Tipe I,II,V | Batu pecah | 25 | 32 | 45 | 54 | |
| Semen portland Tipe III | Batu tak dipecah | 21 | 28 | 38 | 44 | Silinder |
| | Batu pecah | 25 | 33 | 44 | 48 | |

| | | | | | | |
|--|------------------|----|----|----|----|-------|
| | Batu tak dipecah | 25 | 31 | 46 | 53 | |
| | Batu pecah | 30 | 40 | 53 | 60 | Kubus |



Gambar 3.10: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm).

- Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan slump.

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- 2) Sepertiga dari tebal pelat.
- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang

11. Menentukan nilai kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut :

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.5.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk$$

Dengan :

Wh adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

Wk adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6..

Tabel 3.7: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

| Slump (mm) | | 0-10 | 10-30 | 30-60 | 60-80 |
|-------------------------------------|------------------|------|-------|-------|-------|
| Ukuran besar butir agregat maksimum | Jenis agregat | | | | |
| 10 | Batu tak dipecah | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak dipecah | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak dipecah | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C, setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.7 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

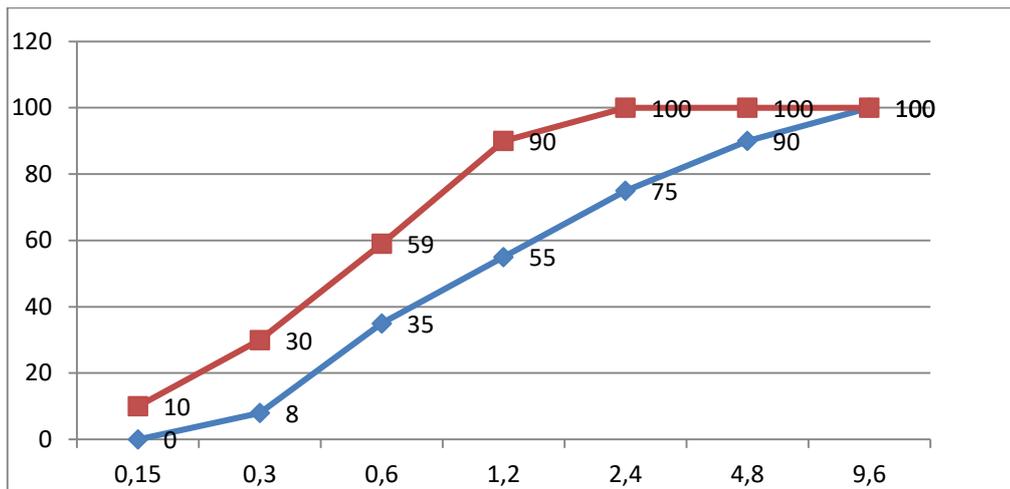
Tabel 3.8: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

| 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 | 0,62 |
| 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. | | |
| b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah. | 325 | |
| Beton yang kontinyu berhubungan: | | |
| a. Air tawar | | |
| b. Air laut | | |

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih

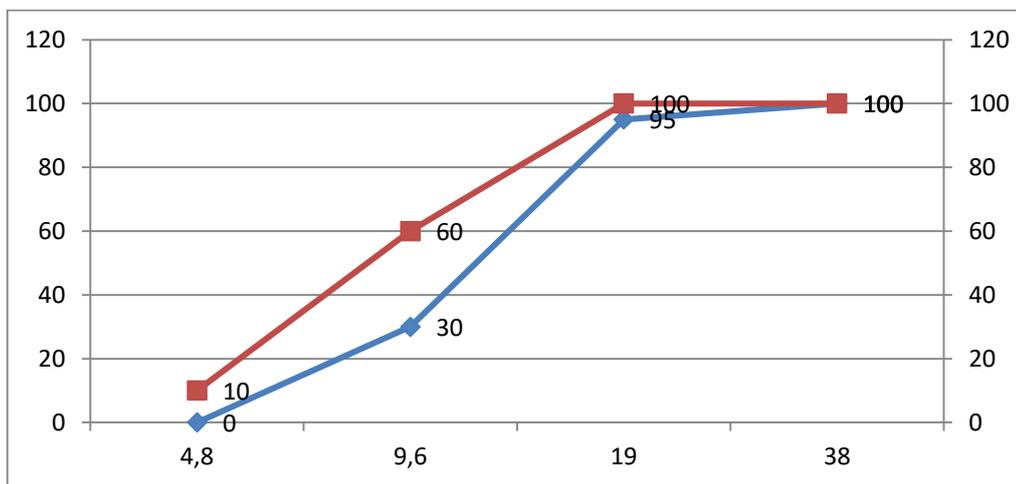
besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.

16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.10. (ukuran mata ayakan (mm)).



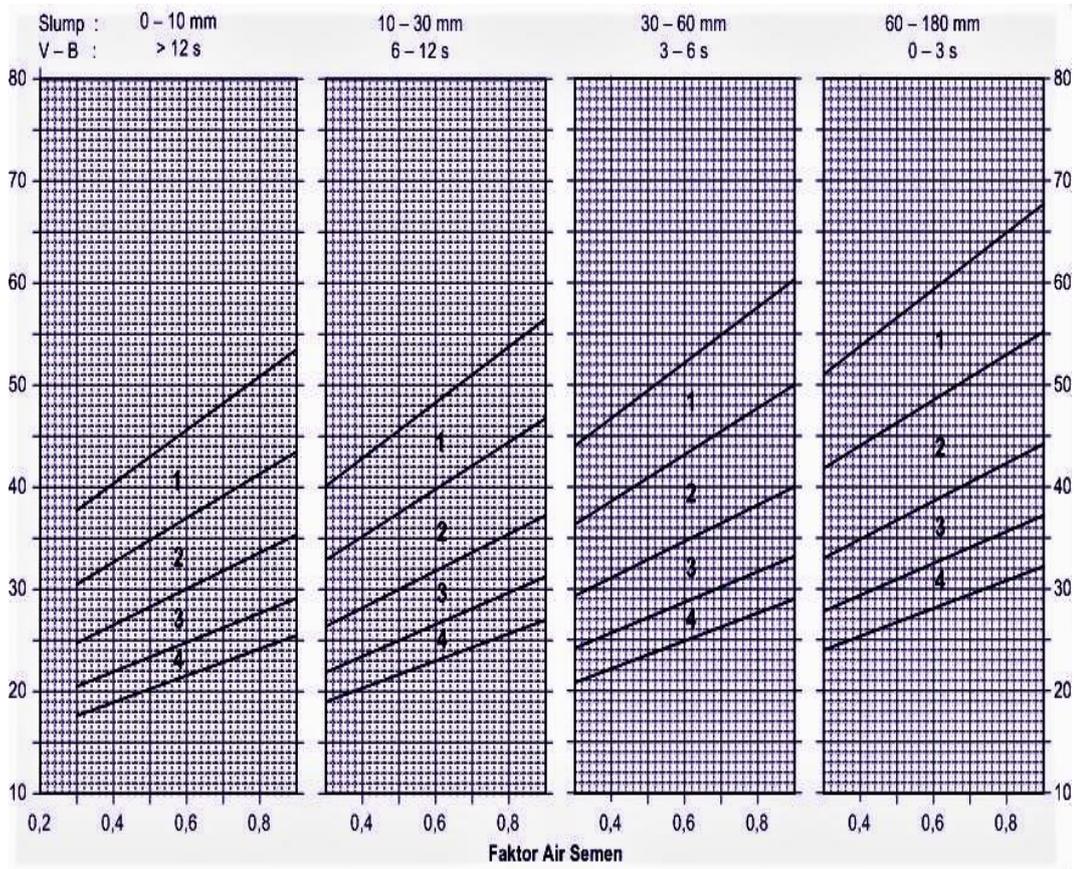
Gambar 3.11: Grafik Gradasi Agregat Sedang (Gradasi No. 2-SNI-03-2834-2000)

Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar



Gambar 3.12: Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000)

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



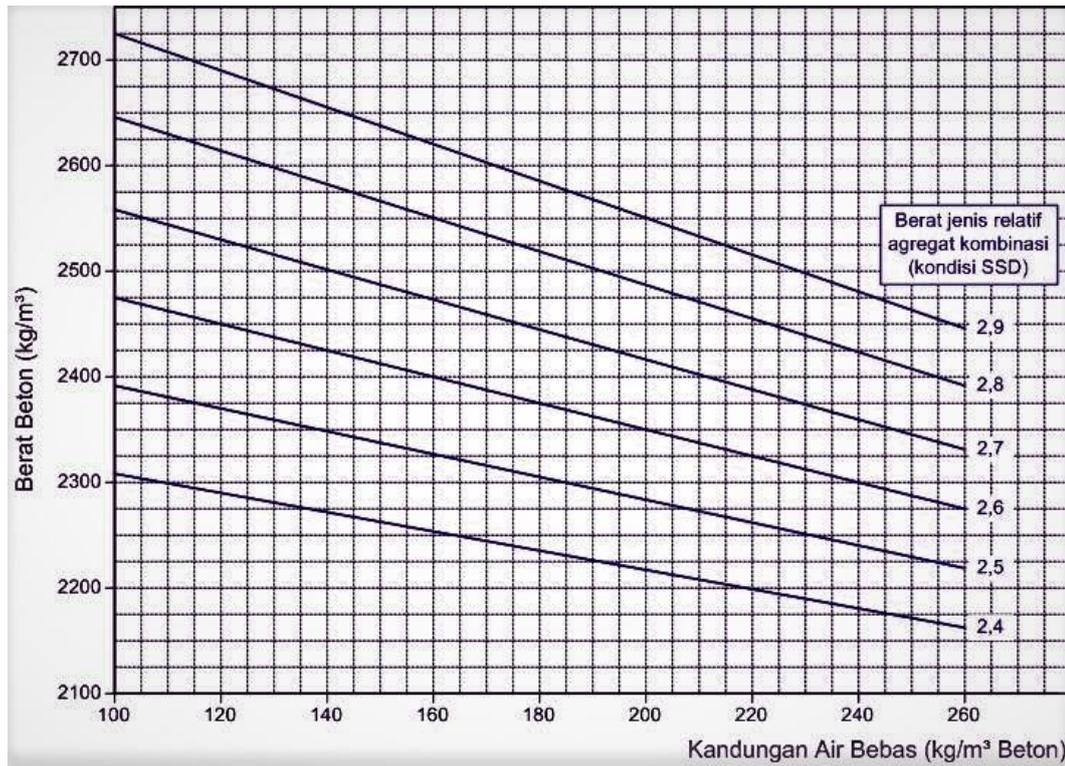
Gambar 3.13: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

18. Menghitung berat jenis relative agregat. Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

- 1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini :
 - agregat tak dipecah : 2,5
 - agregat dipecah : 2,6 atau 2,7
- 2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:
Bertar jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat

jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.

19. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.12 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.7 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.14: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

20. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
21. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21.
22. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22 dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
23. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering

permukaan.

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

3.11. Pembuatan benda uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 x 30 cm yang berjumlah 20 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan plastik HDPE dan abu sabut kelapa dengan bahan tambah Viscocrete 8670 MN. Benda uji yang dibuat adalah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton abu bonggol jagung.

1. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump Test untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - f. Apabila nilai slump Test telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam.

- h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Langkah-langkah pembuatan beton campuran plastik HDPE dan abu sabut kelapa adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian tuangkan agregat kasar kedalam molen lalu masukkan campuran plastik HDPE yang telah lolos saringan no 3/4 dengan variasi yang telah ditentukan.
 - d. Kemudian masukkan agregat halus dan abu sabut kelapa.
 - e. Kemudian masukkan semen kedalam molen.
 - f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - g. Kemudian masukkan Sika Viscrocrete-8670 MN sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
 - h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - i. Apabila nilai slump telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - j. Diamkan selama 24 jam.
 - k. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.12. Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah pengujian slump test :

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu

persebaran adukan menggunakan stopwatch.

4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500 mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.13. Perawatan (curing) Pada Benda Uji

Proses perawatan (curing) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan SNI 2493:2011. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut :

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari keran Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.

3.14. Uji Absorpsi Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan air untuk bergerak melalui rongga-rongga kapiler melalui permukaan hingga lapisan dalam pada beton ketika benda tersebut bersentuhan dengan air. Biasanya penelitian absorpsi diukur dengan menghitung prosentase antara perbedaan massa dari kondisi kering dengan kondisi SSD (saturated surface dry). Prosedur dalam pengujian ini yaitu:

1. Benda uji di timbang terlebih dahulu.
2. Kemudian benda uji di rendam selama 28 hari.
3. Setelah perendaman 28 hari benda uji kemudian di timbang kembali.

3.15. Pengujian Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan menggunakan mesin kuat tekan beton dengan cara memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Selanjutnya benda uji tersebut ditekan hingga menghasilkan retakan (crack). Langkah-langkah pengujian kuat Tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
3. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing masing benda uji.

3.16. Uji Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 36 buah dengan berbagai variasi penambahan serat dan perendaman. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati besarnya perubahan panjang (regangan) silinder beton akibat pembebanan serta besarnya beban (P) pada saat beton mengalami kuat tekan sebesar 40% dari kuat tekan yang direncanakan.

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai maka melakukan proses capping pada benda uji agar permukaan menjadi rata.
2. Menimbang berat, tinggi dan diameter benda uji
3. Memasang alat Compressormeter pada posisi nol kemudian meletakkan benda uji pada mesin kuat tekan
4. Pengujian dilakukan dengan beban pada kecepatan yang konstan dan beban

bertambah secara continiu setiap 50 KN

5. Untuk pengambilan data, dengan cara mencatat besar perubahan panjang untuk setiap penambahan tekanan sebesar 50 KN yang dapat dibaca dari alat compressormeter dan extensometer.

Modulus elastisitas beton hasil pengujian laboratorium dengan benda uji silinder dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut ASTM 469-02:

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,000050}$$

dengan:

E = modulus elastisitas (kg/cm²)

S₂ = tegangan pada 40% tegangan runtuh (kg/cm²)

S₁ = tegangan pada saat nilai kurva regangan $\epsilon_1 = 0,000050$ (kg/cm²)

ϵ_2 = nilai kurva regangan yang terjadi pada saat S₂

BAB 4

HASIL DAN PENELITIAN

4.1. Umum

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

4.2. Pemeriksaan Agregat Halus

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

4.2.1. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1: Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

| FINE AGGREGATE (Agregat Kasar) Passing No.4 (Lolos Ayakan N0.4) | Sampel 1 (gram) | Sampel 2 (gram) | Rata rata (gram) |
|---|-----------------|-----------------|------------------|
| Wt. Of SSD Sample in Air (Berat contoh (SSD) kering permukaan | 500 | 500 | 500 |

| | | | |
|--|------|------|-------|
| jenuh) (B) | | | |
| Wt. Of Oven Dry Sample (Berat contoh (SSD) kering oven (110oC) Sampai Konstan) (E) | 486 | 488 | 487 |
| Wt. Of Flask + Water (Berat Piknometer penuh air) (D) | 689 | 692 | 690,5 |
| Wt. Of Flask + Water + Sample (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C) | 993 | 995 | 985 |
| | | | |
| Bulk Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$ | 2,47 | 2,47 | 2,47 |
| Bulk Sp. Gravity-SSD (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$ | 2,55 | 2,53 | 2,54 |
| Apparent Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$ | 2,67 | 2,63 | 2,65 |
| Absorption $[(B - E) / E] \times 100\%$ | 2,88 | 2,45 | 2,66 |

4.2.2. Analisa Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang analisa saringan. Dari penelitian analisa saringan akan di dapat data-data batas gradasi agregat halus sehingga

diketahui modulus kehalusannya.

Tabel 4.2: Analisa gradasi agregat halus

| No Saringan | Berat Tertahan | | | | Kumulatif | |
|-------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-----------|-------|
| | Sampel 1 (gram) | Sampel 2 (gram) | Total Berat (gram) | % | Tertahan | Lolos |
| No 4 | 9 | 13 | 22 | 2,00 | 2,00 | 97,18 |
| No 8 | 33 | 52 | 85 | 7,73 | 9,73 | 90,27 |
| No 16 | 90 | 109 | 199 | 18,09 | 27,82 | 72,18 |
| No 30 | 144 | 161 | 305 | 27,73 | 55,55 | 44,45 |
| No 50 | 145 | 166 | 311 | 28,27 | 83,82 | 16,18 |
| No 100 | 67 | 82 | 149 | 13,55 | 97,36 | 2,63 |
| Pan | 12 | 17 | 29 | 2,64 | 100,00 | 0 |
| Total | 500 | 600 | 1100 | 100 | 276,28 | |

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus butiran (MHB)} &= \frac{\% \text{ kumuatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{276,28}{100} \\
 &= 2,76
 \end{aligned}$$

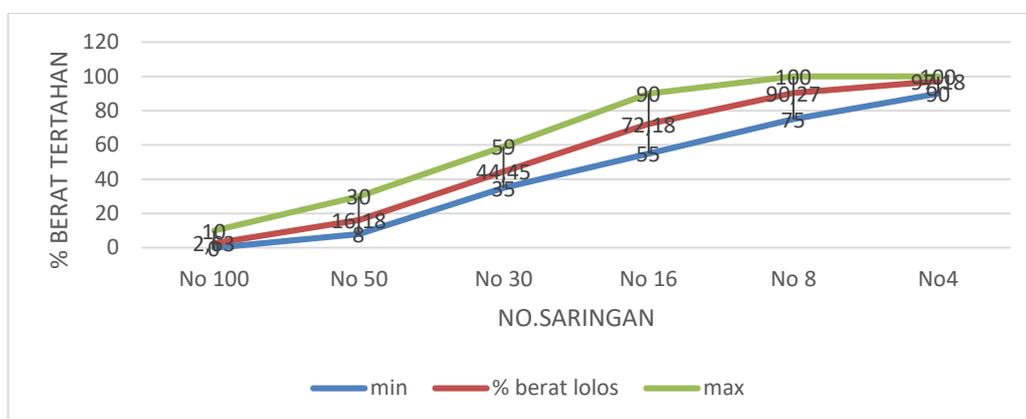
Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,76 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.3. Daerah gradasi agregat halus

| Nomor saringan | Lubang Saringan (mm) | Persen bahan butiran yang lolos saringan | | | |
|----------------|----------------------|--|-----------|------------|-----------|
| | | Daerah I | Daerah II | Daerah III | Daerah IV |
| 4 | 4,8 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |

| | | | | | |
|-----|------|-------|--------|--------|--------|
| 8 | 2,4 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| 16 | 1,2 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| 30 | 0,6 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| 50 | 0,3 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| 100 | 0,15 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

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



Gambar 4.1: Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II

4.2.3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukandapat dilihat pada Tabel 4.4berikut ini:

Tabel 4.4. Pengujian kadar lumpur agregat halus

| Agregat kasar | Sampel 1 (gram) | Sampel 2 (gram) | Rata rata (gram) |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Berat contoh kering | 1000 | 1000 | 1000 |

| | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|
| Berat contoh kering setelah dicuci | 965 | 968 | 967 |
| Berat kotoran | 35 | 32 | 34 |
| Persentase kotoran | 3,6 | 3,3 | 3,5 |

4.2.4. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

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

Tabel 4.5: Pengujian berat isi agregat

| Pengujian | Sampel 1 (gram) | Sampel 2 (gram) | Sampel 3 (gram) | Rata rata (gram) |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Berat contoh | 18836 | 19837 | 20523 | 19732 |
| Berat wadah | 5336 | 5336 | 5336 | 5336 |
| Berat contoh dan wadah | 2902 | 23642 | 23719 | 23421 |
| Volume wadah | 11125,4 | 11125,4 | 11125,4 | 11125,4 |
| Berat isi | 1,58 | 1,65 | 1,65 | 1,63 |

4.2.5. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang kadar air.

Rumus yang digunakan dalam mencari kadar air agregat yaitu :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\%$$

Dimana :

W1 = Berat contoh SSD dan berat wadah.

W2 = Berat contoh kering oven dan wadah.

W3 = Berat wadah.

Tabel 4.6: Kadar air agregat halus

| Pengujian | Sampel 1 | Sampel 2 |
|--|----------|----------|
| Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr | 1493 | 1509 |
| Wt of SSD sample (berat contoh SSD) gr | 1000 | 1000 |
| Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr | 1481 | 1481 |
| Wt of Mold (berat wadah) gr | 493 | 493 |
| Wt of Water (berat air) gr | 12 | 11 |
| Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering) gr | 988 | 989 |
| Kadar Air % | 1,21 | 1,11 |
| Rata rata | 1,16 | |

4.3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

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

4.3.1. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7: Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

| Agregat kasar | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata rata |
|---------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| Berat SSD (A) | gram | 2492 | 2486 | 2489 |
| Berat SSD kering oven (C) | gram | 2480 | 2473 | 2476,5 |
| Berat SSD dalam air (B) | gram | 1550 | 1542 | 1546 |

| | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|
| | | | | |
| BJ Bulk = (C/(A-B)) | | 2,63 | 2,62 | 2,63 |
| BJ SSD = (A/(A-B)) | | 2,65 | 2,64 | 2,65 |
| BJ Semu = (C/(C-B)) | | 2,67 | 2,67 | 2,67 |
| Absorbtion = ((A-C)/C)x100% | % | 0,48 | 0,52 | 0,5 |

4.3.2. Analisa Gradasi Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8. Analisa gradasi agregat

| No Saringan | Berat Tertahan | | | | Kumulatif | |
|-------------|------------------|------------------|---------------------|-------|-----------|-------|
| | Sampel 1 (gr) | Sampel 2 (gr) | Total Berat (gr) | % | Tertahan | Lolos |
| 1,5 in | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3/4 in | 87 | 55 | 142 | 2,84 | 2,84 | 97,16 |
| 3/8 in | 1465 | 1497 | 2961 | 59,24 | 62,08 | 37,92 |
| No 4 | 948 | 948 | 1896 | 37,92 | 100 | 0 |
| No 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| No 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| | 2500 | 2500 | 5000 | 100 | 664,92 | |

$$\text{Modulus halus butiran (MHB)} = \frac{\% \text{ kumuatif tertahan}}{100}$$

$$= \frac{664,92}{100}$$

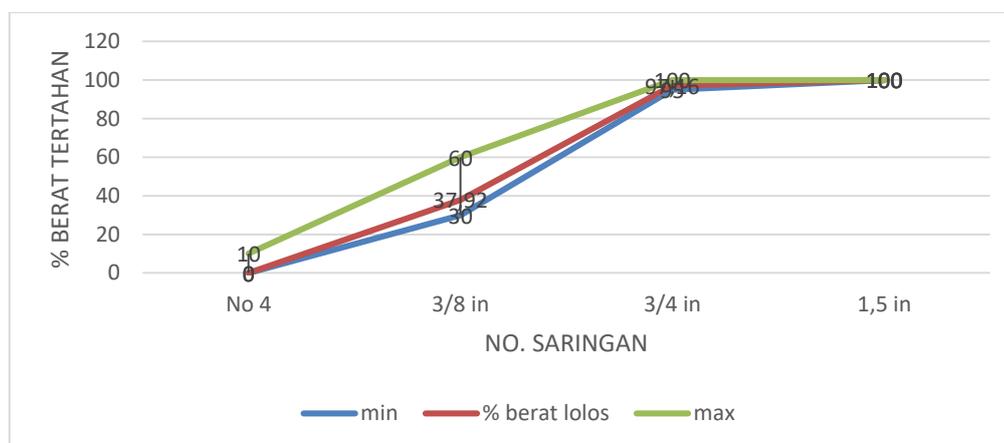
$$= 6,65$$

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

Tabel 4.9. batas gradasi agregat kasar

| Ukuran saringan (mm) | Persentase lolos (%) | | |
|-------------------------|----------------------|--------|-------|
| | Gradasi agregat | | |
| | 40 mm | 20 mm | 10 mm |
| 76 | 100 | - | - |
| 38 | 95-100 | 100 | - |
| 19 | 37-70 | 95-100 | 100 |
| 9,6 | 10-40 | 30-60 | 50-85 |
| 4,8 | 0-5 | 0-10 | 0-10 |

Berdasarkan Tabel diatas gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm.



Gambar 4.2. Tabel gradasi agregat kasar

4.3.3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10: Pengujian kadar lumpur agregat kasar

| Pengujian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata rata |
|--------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| Berat SSD | Gram | 1500 | 1500 | 1500 |
| Berat SSD setelah dicuci | Gram | 1497 | 1494 | 1496 |
| Berat kotoran | Gram | 3 | 6 | 5 |
| Persentase kotoran | Gram | 0,2 | 0,4 | 0,3 |

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 0,3%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 1% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.3.4. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

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

Tabel 4.11: Pengujian berat isi agregat kasar

| Pengujian | Satuan | Cara Lepas | Cara Tusuk | Cara Penggoyangan | Rata rata |
|----------------------|--------------------|------------|------------|-------------------|-----------|
| Berat contoh | gr | 18836 | 19837 | 20523 | 19732 |
| Berat wadah | gr | 5336 | 5336 | 5336 | 5336 |
| Berat contoh & wadah | gr | 24172 | 25173 | 25859 | 25068 |
| Volume wadah | cm ³ | 11125,4 | 11125,4 | 11125,4 | 11125,4 |
| Berat isi | gr/cm ³ | 1,69 | 1,78 | 1,84 | 1,77 |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,77 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 gr/cm³ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.3.5. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11: Pengujian kadar air agregat kasar

| Pengujian | Satuan | Sampel 1 (gram) | Sampel 2 (gram) |
|--|--------|--------------------|--------------------|
| Berat contoh SSD dan berat wadah | Gram | 2009 | 1993 |
| berat contoh SSD | Gram | 1500 | 1500 |
| Berat contoh kering oven & berat wadah | Gram | 2004 | 1989 |
| Berat wadah | Gram | 509 | 493 |
| Berat air | Gram | 5 | 4 |
| Berat contoh kering | Gram | 1495 | 1496 |
| Kadar Air | % | 0,33 | 0,27 |
| Rata rata | % | 0,30 | |

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,30%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 0,33%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,27%.

4.4. Perencanaan Mix Design

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data dibawah ini tersebut dapat

digunakan untuk perencanaan campuran beton (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.15 berdasarkan SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana.

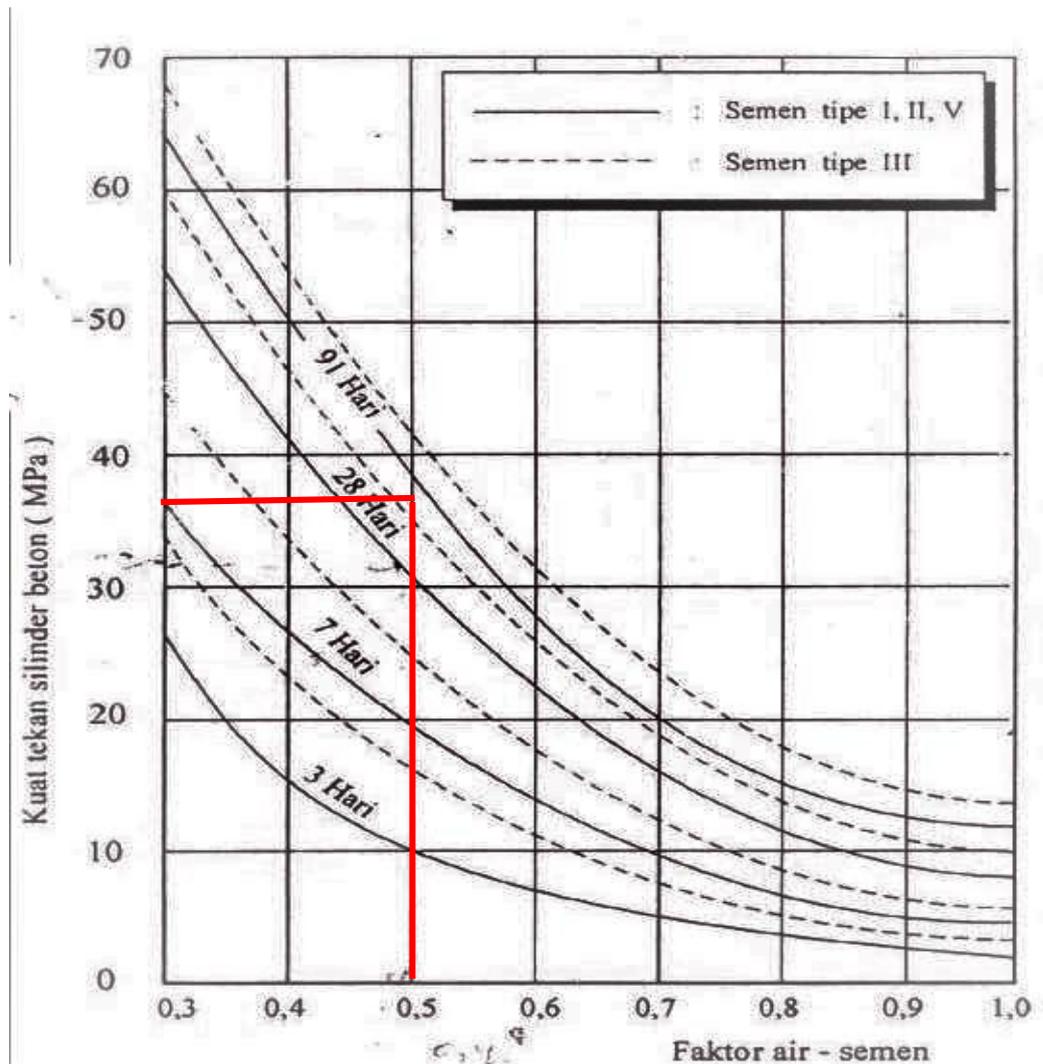
Tabel 4.12: Hasil pengujian agregat

| | |
|--|-------------------------|
| a. Berat jenis agregat halus | 2,54 gr/cm ³ |
| b. Berat jenis agregat kasar | 2,65 gr/cm ³ |
| c. Penyerapan agregat halus | 2,66 % |
| d. Penyerapan agregat kasar | 0,5 % |
| e. Modulus halus butiran agregat halus | 2,66 |
| f. Modulus halus butiran agregat kasar | 6,65 |
| g. Kadar lumpur agregat halus | 3,5% |
| h. Kadar lumpur agregat kasar | 0,3 % |
| i. Berat isi agregat halus | 1,63gr/cm ³ |
| j. Berat isi agregat kasar | 1,77 gr/cm ³ |
| k. Kadar air agregat halus | 1,16 % |
| l. Kadar air agregat kasar | 0,30 % |

1. Kuat tekan rencana (f'_c)= 25 MPa
2. Nilai deviasi standar $f'_c + 12$ MPa
3. Nilai tambah margin yaitu
4. $M = f'_c + 12$ MPa
 $= 5,7 + 12$
5. $= 17,7$ MPa
6. Kuat tekan beton rata rata yang ditargetkan (f'_{cr})
 $f'_{cr} = 25 + 17,7$
 $= 42,7$ MPa
7. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I (ditetapkan)
8. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan

agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm dari Binjai.

9. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 41,2 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,42.



Gambar 4.3: Faktor air semen

10. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.8 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
11. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump

rencana sebesar 60-180 mm.

12. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 20 mm (hasil pengujian properties agregat)
13. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 20 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 60-180 mm sehingga dari Tabel 3.7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 195 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 225 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\ &= \frac{2}{3} 195 + \frac{1}{3} 225 \\ &= 205 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

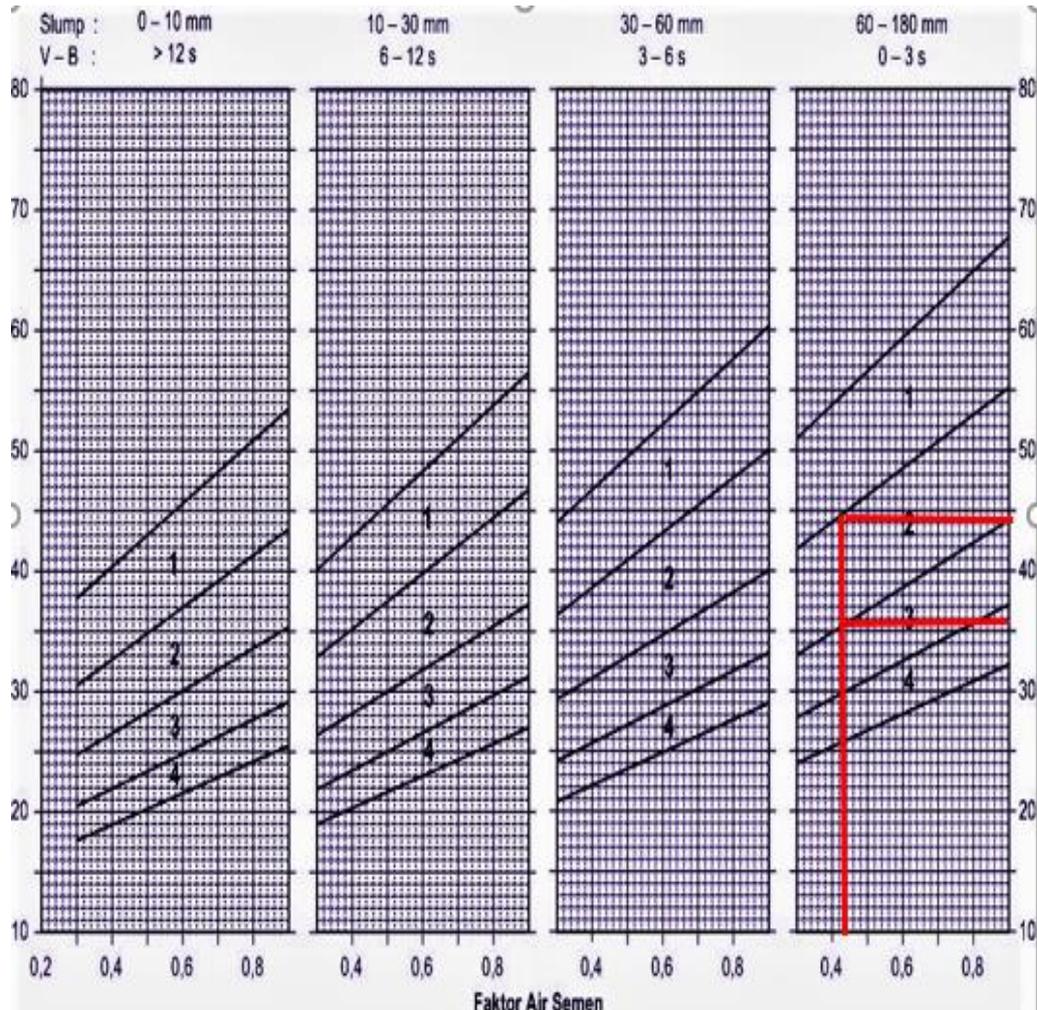
14. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}} \\ &= \frac{205}{0,42} \\ &= 488,095 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

15. Kadar semen maksimum tidak ditetapkan
16. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.8 mempunyai kadar semen minimum per m^3 sebesar 275 kg.
17. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
18. Susunan butir agregat halus yaitu batas gradasi pasir no.2.
19. Susunan butir agregat kasar yaitu batas gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm.
20. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180 mm, faktor air semen 0,42 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat

total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 36% dan batas atas sebesar 44% sehingga persen agregat halus yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Persen agregat halus} &= (36\% + 44\%)/2 \\ &= 40\% \end{aligned}$$



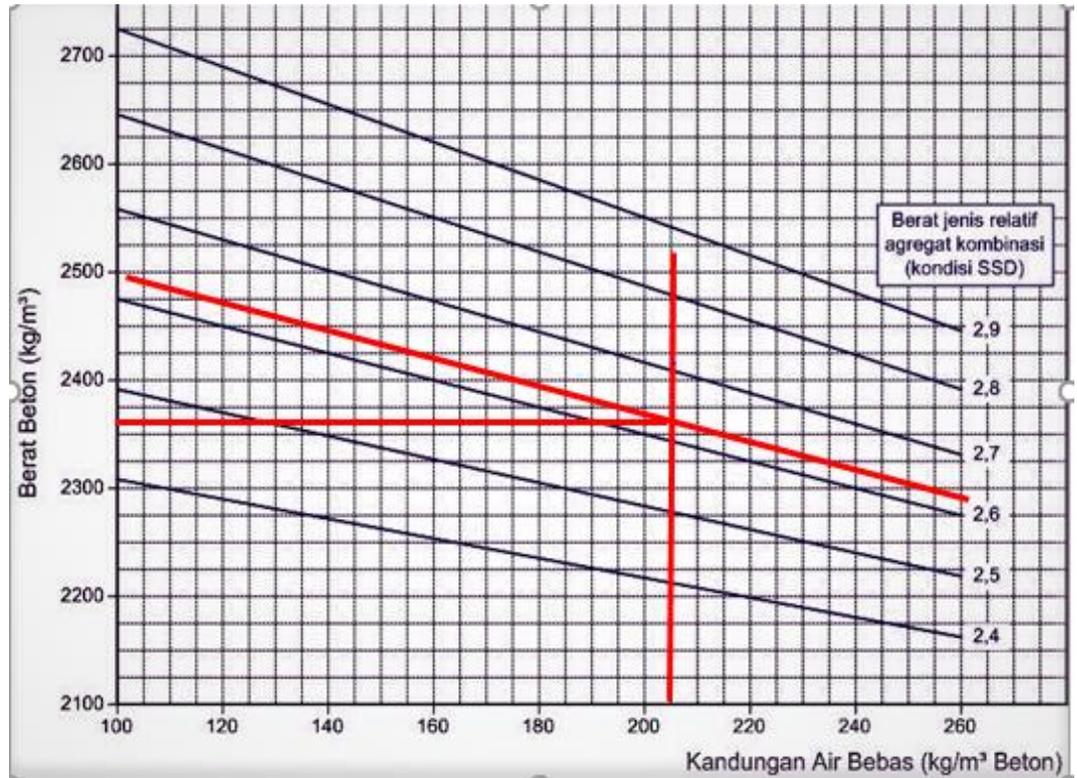
Gambar 4.4: Persentase agregat halus

21. Menghitung berat jenis relatif agregat (gabungan) SSD :

$$\begin{aligned} &= (\% \text{ Ag. Halus} \times B_j \text{ ag. Halus}) + (\% \text{ Agr. Kasar} \times B_j \text{ Ag. Kasar}) \\ &= (40\% \times 2,54) + ((100\% - 40\%) \times 2,65) \\ &= 2,61 \end{aligned}$$

22. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 205 dan berat jenis gabungan sebesar 2,61 maka

diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2358 Kg/m³ .



Gambar 4.5: Berat isi beton

23. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar Agr. Gabungan} &= \text{Berat isi beton} - (\text{kadar semen} + \text{kadar air bebas}) \\ &= 2358 - (488,095 + 205) \\ &= 1664,905 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \% \text{AH} \\ &= 1664,905 \times 40\% \\ &= 665,962 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

25. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1664,905 - 665,962 \\ &= 998,943 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

26. Proporsi Campuran

Dari hasil mix design diperoleh proporsi campuran teoritis setiap m³.

Sedangkan untuk pegujian, diperoleh volume campuran sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Volume silinder} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \times t \\
&= 1/4 \times 3,14 \times 150^2 \times 300 \\
&= 5.298.750 \text{ mm}^3 \\
&= 0,0053 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Tabel 4.13. Proporsi campuran benda uji

| Proporsi campuran benda uji | Semen (kg) | Air (liter) | Agregat kondisi jenuh kering | |
|---|------------|-------------|------------------------------|--------------------|
| | | | Agregat kasar (kg) | Agregat halus (kg) |
| Setiap m ³ | 488,095 | 205 | 998,943 | 665,962 |
| Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,42 | 2,04 | 1,37 |
| Setiap campuran uji 0,0053 m ³ | 2,58 kg | 1,087 | 5,3 | 3,53 |

27. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

Diketahui :

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| - | Jumlah air (B) | 205 kg/m ³ |
| - | Jumlah agregat halus (C) | 665,962 kg/m ³ |
| - | Jumlah agregat kasar (D) | 998,943 kg/m ³ |
| - | Penyerapan agregat halus (Ca) | 2,66 % |
| - | Penyerapan agregat kasar (Da) | 0,5 % |
| - | Kadar air agregat halus (Ck) | 1,16 % |
| - | Kadar air agregat kasar (Dk) | 0,30% |

a. Air

$$\begin{aligned}
\text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
&= 205 - (1,16 - 2,66) \times \frac{665,962}{100} - (0,30 - 0,5) \times \frac{998,943}{100} \\
&= 205 - (-9,99) - (-2) \\
&= 216,99 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 665,962 + (1,16 - 2,66) \times \frac{665,962}{100} \\ &= 655,98 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 998,943 + (0,30 - 0,5) \times \frac{998,943}{100} \\ &= 996,943 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.14: Koreksi proporsi campuran benda uji

| Koreksi Proporsi campuran benda uji | Semen (kg) | Air (liter) | Agregat kondisi jenuh kering | |
|--|---------------|----------------|---------------------------------|-----------------------|
| | | | Agregat kasar (kg) | Agregat halus (kg) |
| Setiap m ³ | 488,095 | 216,99 | 996,943 | 655,98 |
| Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,44 | 2,04 | 1,35 |
| Setiap campuran 1 benda uji (0,0053 m ³) | 2,58 kg | 1,16 | 5,29 | 3,48 |

4.5. Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut :

Semen = 488,095 kg

Air = 216,99 kg

Agregat Kasar = 996,943 kg

Agregat Halus = 655,98 kg

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

Tinggi = 300 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{Volume} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot T \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,3 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah = $3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,01590 \text{ m}^3$ dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi, yaitu = $0,01590 \text{ m}^3 + (0,01590 \text{ m}^3 \times 10\%) = 0,0175 \text{ m}^3$. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 1 kali adukan sebagai berikut:

Tabel 4.15 Kebutuhan bahan untuk 1 kali adukan

| Kebutuhan bahan untuk 1 kali adukan (3 benda uji) | Semen (kg) | Air (liter) | Agregat kondisi jenuh kering | |
|---|------------|-------------|------------------------------|--------------------|
| | | | Agregat kasar (kg) | Agregat halus (kg) |
| | 8,55 | 3,8 | 17,45 | 11,48 |
| Bahan untuk 1 benda uji | 2,85 | 1,27 | 5,82 | 3,83 |

- a. Menentukan agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Tabel 4.16 Berat agregat kasar tiap saringan untuk 1 benda uji

| Nomor saringan | % Berat Tertahan | Berat tertahan (kg) |
|----------------|------------------|--|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jlh. agregat kasar}$ |
| 1,5 " | 0 | 0 |
| 3/4 " | 2,84 | 0,166 |
| 3/8 " | 59,24 | 3,450 |
| No 4 | 37,92 | 2,204 |
| Total | | 5,82 |

- b. Menentukan agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Tabel 4.17 Berat agregat halus tiap saringan ntuk 1 benda uji

| Nomor saringan | % Berat Tertahan | Berat tertahan (kg) |
|----------------|------------------|--|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jlh. agregat kasar}$ |
| No 4 | 2,00 | 0,077 |
| No 8 | 7,73 | 0,297 |
| No 16 | 18,09 | 0,693 |
| No 30 | 27,73 | 1,063 |
| No 50 | 28,27 | 1,082 |
| No 100 | 13,55 | 0,518 |
| Pan | 2,64 | 0,100 |
| | | 3,83 |

- c. Menentukan jumlah bahan plastik HDPE sebagai substitusi agregat kasar untuk tiap1 benda uji

Tabel 4.18 Jumlah plastik HDPE untuk 1 benda uji tiap variasi

| Variasi beton | Berat HDPE |
|---------------|-----------------------------|
| | %HDPE x Berat agregat kasar |
| Variasi 0,5 % | 0,030 |
| Variasi 1 % | 0,058 |
| Variasi 1,5% | 0,087 |

- d. Menentukan jumlah abu sabut kelapa sebagai substitusi agregat halus untuk tiap 1 benda uji. Dalam hal ini abu sabut kelapa yang digunakan untuk setiap variasi beton yaitu sama yaitu sebesar 3% dari jumlah agregat halus. Maka jumlah abu sabut kelapa yang digunakan untuk setiap 1 benda uji yaitu: $3\% \times 3,83 = 0,115 \text{ kg}$
- e. Menentukan jumlah Viscocrete 8670 Mn. Dalam hal ini Viscocrete 8670 Mn yang digunakan untuk setiap variasi beton yaitu sama yaitu sebesar 0,8% dari jumlah semen. Maka jumlah Viscocrete 8670 MN yang digunakan untuk setiap 1 benda uji yaitu: $0,8\% \times 2,85 = 0,023 \text{ kg} = 0,018 \text{ lite}$

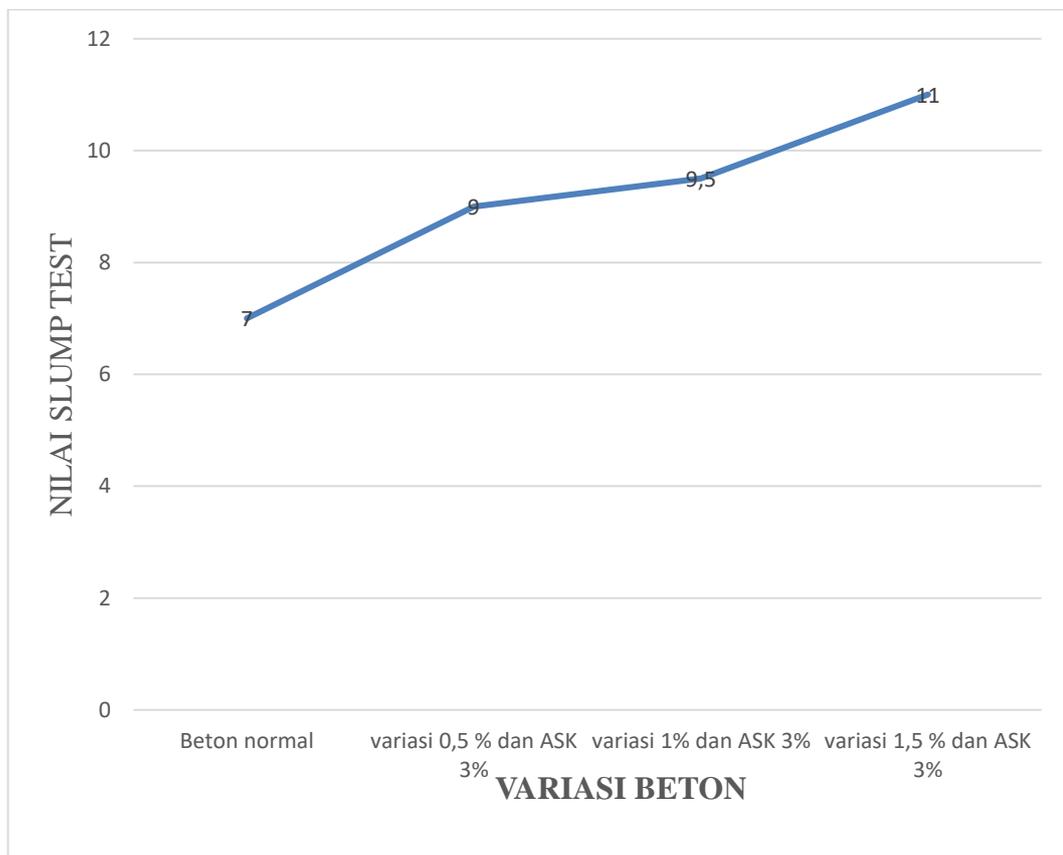
Tabel 4.19 Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran untuk 1 kali adukan (3 benda uji)

| No | Kode benda uji | Komposisi bahan untuk 1x adukan (3 benda uji) | | | | | | |
|----|----------------------------|---|-------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Semen (Kg) | Air (Kg) | Agregat halus (Kg) | Agregat kasar (Kg) | Plastik HDPE (Kg) | Abu sabut kelapa 3% (Kg) | Viscocrete 8670 Mn (0,8 %) (kg) |
| 1 | BN | 8,55 | 3,8 | 11,48 | 17,45 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | B.HDPE 0,5 dan ASK 3% | 8,55 | 3,8 | 11,136 | 17,36 | 0,090 | 0,344 | 0,068 |
| 3 | B.HDPE 1% dan ASK 3% | 8,55 | 3,8 | 11,136 | 17,276 | 0,174 | 0,344 | 0,068 |
| 4 | B.HDPE 1,5 % dan ASK 3% | 8,55 | 5 | 11,136 | 17,189 | 0,261 | 0,344 | 0,068 |

4.6. Slump test

Tabel 4.20 Hasil uji slump test

| | Beton normal | Variasi 0,5% dan ASK 3% | Variasi 1% dan ASK 3% | Variasi 1,5% dan ASK 3% |
|---------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Nilai slump (cm) | 7 | 9 | 9,5 | 11 |



Gambar 4.6: Slump test beton

4.7. Uji Absorpsi

Pengujian absorpsi beton dilakukan dengan melakukan perendaman sampel kubus beton setelah berumur 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan kekedapan/laju resapair pada berbagai variasi campuran dan dibandingkan dengan beton normal.

a. Uji Absorbsi Beton Normal

Tabel 4.21 Uji absorpsi beton Normal

| No | Berat beton sebelum perendaman (Wa) | Berat beton setelah perendaman 28 hari (Wt) | $Absorpsi = (Wt - Wa) \times 100\%$ |
|-----------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 12,576 | 12,613 | 3,70 % |
| 2 | 12,565 | 12,609 | 4,40 % |
| 3 | 12,340 | 12,380 | 4,00% |
| Rata-rata | | | 4,03% |

b. Uji Absorbsi Beton Variasi 0,5 % HDPE dan ASK 3%

Tabel 4.22 Uji absorpsi beton 0,5% HDPE dan ASK 3%

| No | Berat beton sebelum perendaman (Wa) | Berat beton setelah perendaman 28 hari (Wt) | $Absorpsi = (Wt - Wa) \times 100\%$ |
|-----------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 12,438 | 12,471 | 3,30% |
| 2 | 12,409 | 12,445 | 3,60% |
| 3 | 12,350 | 12,375 | 2,50 % |
| Rata-rata | | | 3,13 % |

c. Uji Absorbsi Beton Variasi 1% HDPE dan ASK 3%

Tabel 4.23 Uji absorpsi beton 1% HDPE dan ASK 3%

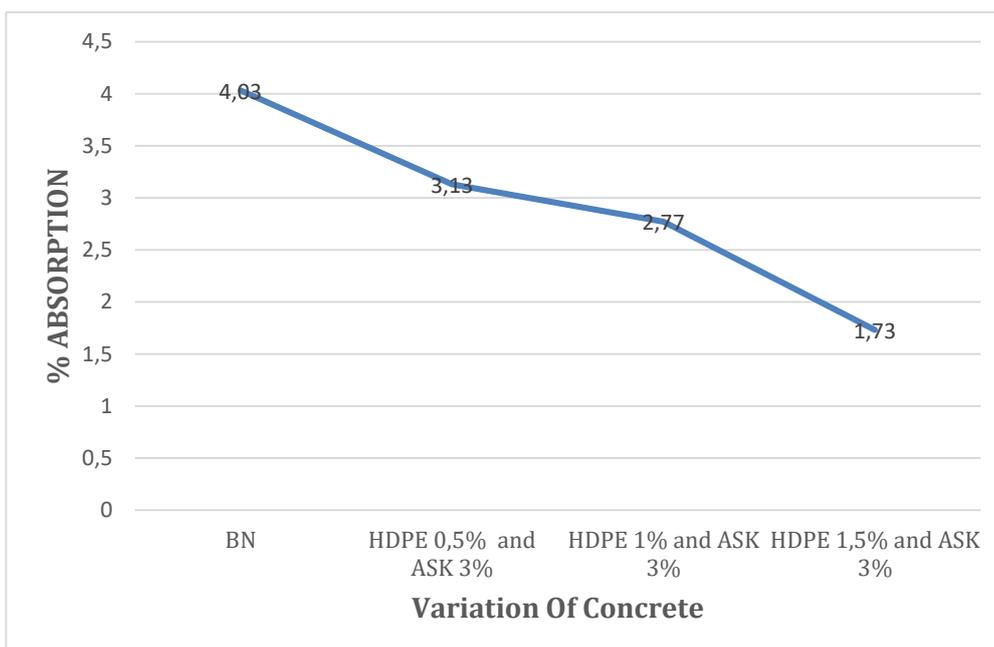
| No | Berat beton sebelum perendaman (Wa) | Berat beton setelah perendaman 28 hari (Wt) | $Absorpsi = (Wt - Wa) \times 100\%$ |
|----|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 12,403 | 12,355 | 3,00% |
| 2 | 12,499 | 12,526 | 2,70% |

| | | | |
|-----------|--------|--------|-------|
| 3 | 12,320 | 12,346 | 2,60% |
| Rata-rata | | | 2,77% |

d. Uji Absorpsi Beton Variasi 1,5% dan ASK 3%

Tabel 4.24 Uji absorpsi beton 1,5% HDPE dan ASK 3%

| No | Berat beton sebelum perendaman (Wa) | Berat beton setelah perendaman 28 hari (Wt) | $Absorpsi = (Wt - Wa) \times 100\%$ |
|-----------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | 12,334 | 12,355 | 2,10% |
| 2 | 12,319 | 12,338 | 1,90% |
| 3 | 12,340 | 12,352 | 1,20% |
| Rata-rata | | | 1,73% |

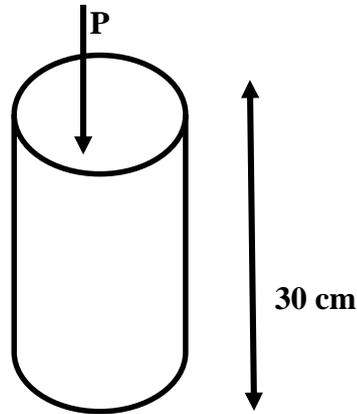


Gambar 4.7: Absorpsi beton

4.8. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada

Gambar 4.7, dengan jumlah benda uji 15 buah, pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya pada tabel.



Gambar 4.8: Cetakan silinder

Rumus menghitung kuat tekan:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c' = Kuat tekan beton (N/mm² atau MPa)

P = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang (mm²)

4.8.1. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal variasi plastik HDPE 0%, abu sabut kelapa 0% dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.25 Kuat tekan beton normal

| Benda uji | Beban maksimum (ton) | Beban (N) | Luas Penampang (mm ²) | Kuat tekan MPa |
|-----------|----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|
| BN 1 | 45 ton | 441229,25 | 17662,25 | 25 |

| | | | | |
|----------------------|--------|----------|----------|-------|
| BN 2 | 50 ton | 490332,5 | 17662,25 | 27,77 |
| Kuat tekan rata rata | | | | 26,39 |

Berdasarkan Tabel menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi plastik HDPE 0%, abu sabut kelapa 0%, dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 26,39 MPa pada umur beton 28 hari.

4.8.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (0,5 % plastik HDPE, 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscrocrete 8670 Mn)

Pengujian beton normal variasi plastik HDPE 0,5 %, abu sabut kelapa 3% dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.26 Kuat tekan beton variasi 0,5% HDPE dan ASK 3

| Benda uji | Beban maksimum (ton) | Beban (N) | Luas Penampang (mm ²) | Kuat tekan MPa |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|
| BHDPE 1 | 43,5 ton | 426589,28 | 17662,25 | 24,15 |
| BHDPE 2 | 40,5 ton | 397169,33 | 17662,25 | 22,49 |
| Kuat tekan rata rata | | | | 23,32 |

Berdasarkan Tabel menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi plastik HDPE 0,5%, abu sabut kelapa 3%, dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton variasi 0,5% HDPE yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 23,32 MPa pada umur beton 28 hari. Dari 2 buah sample benda uji masing-masing memiliki kuat tekan beton yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal namun perbandingan nilai tidak terlalu jauh.

4.8.3. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (1 % plastik HDPE, 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscrocrete 8670 Mn)

Pengujian beton normal variasi plastik HDPE 1 %, abu sabut kelapa 3% dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.27 Kuat tekan beton variasi 1 % HDPE dan ASK 3%

| Benda uji | Beban maksimum (ton) | Beban (N) | Luas Penampang (mm ²) | Kuat tekan MPa |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|
| BHDPE 1 | 57 ton | 558979,05 | 17662,25 | 31,65 |
| BHDPE 2 | 50 ton | 490332,5 | 17662,25 | 27,76 |
| Kuat tekan rata rata | | | | 29,70 |

Berdasarkan Tabel menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi plastik HDPE 1%, abu sabut kelapa 3%, dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton variasi 0,% HDPE yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 29,70 MPa pada umur beton 28 hari.

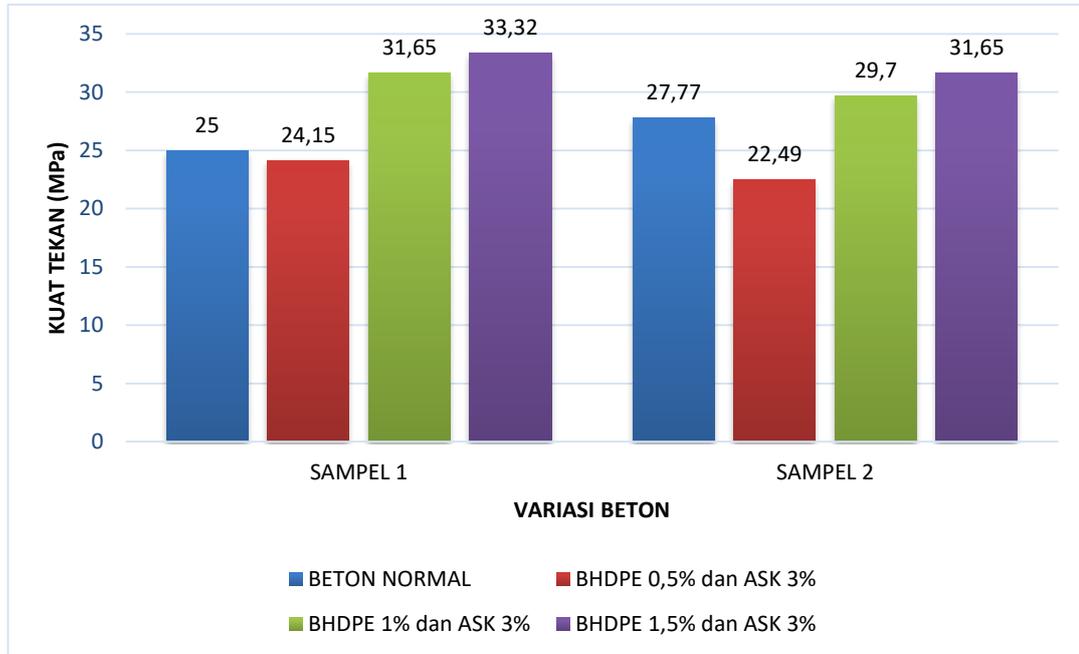
4.8.4. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (1,5 % plastik HDPE, 0,3 % abu sabut kelapa, dan 0,8 viscrocrete 8670 Mn)

Pengujian beton normal variasi plastik HDPE 1,5 %, abu sabut kelapa 3% dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut:

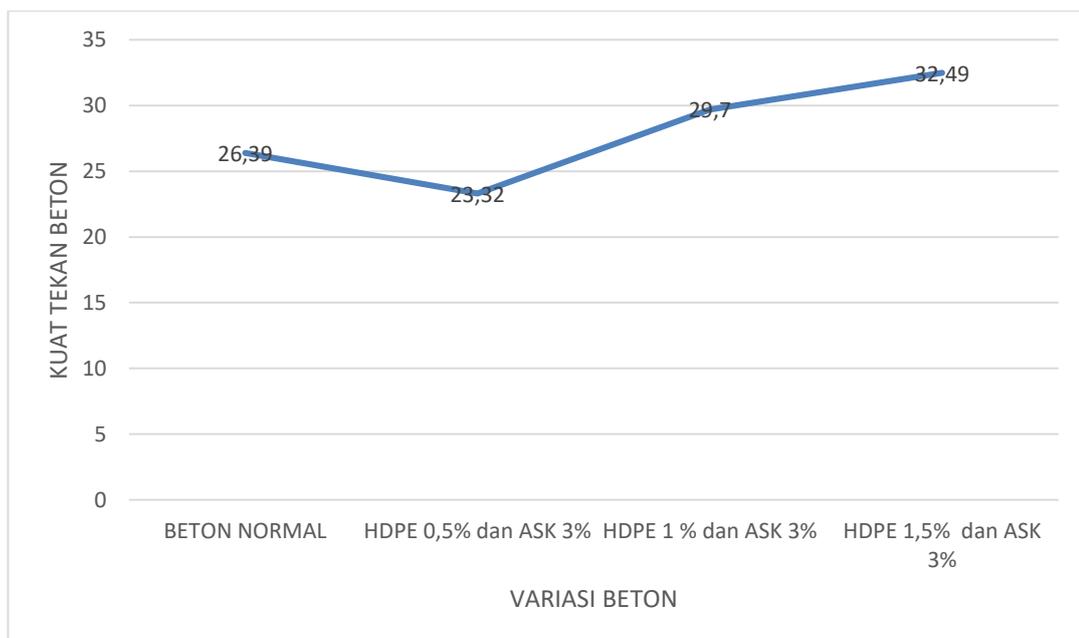
Tabel 4.28 Kuat tekan beton variasi 1,5% HDPE dan ASK 3%

| Benda uji | Beban maksimum (ton) | Beban (N) | Luas Penampang (mm ²) | Kuat tekan MPa |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|
| BHDPE 1 | 60 ton | 588393 | 17662,25 | 33,32 |
| BHDPE 2 | 57 ton | 558979,05 | 17662,25 | 31,65 |
| Kuat tekan rata rata | | | | 32,49 |

Berdasarkan Tabel menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi plastik HDPE 1%, abu sabut kelapa 3%, dan sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton variasi 0,% HDPE yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 32,49 MPa pada umur beton 28 hari.



Gambar 4.9: Grafik hasil uji kuat tekan beton



Gambar 4.10: Grafik kuat tekan beton rata rata

Dari grafik diatas menunjukkan semakin tinggi persentase plastik HDPE pada beton maka semakin besar kuat tekan beton. Dimana pada penelitian ini kuat tekan beton maksimum yaitu sebesar 32,49 MPa pada variasi beton 1,5% HDPE. Akan tetapi kuat tekan beton sempit mengalami sedikit penurunan dibandingkan beton normal pada variasi beton 0,5 % HDPE. Dimana pada beton normal kuat tekannya sebesar 26,39 MPa dan pada variasi 0,5% HDPE sebesar 23,32 MPa.

4.9. Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas dibawah ini menggunakan metode ASTM C469, pengujian modulus elastisitas beton menggunakan alat kuat tekan beton dan dial gauge (alat uji modulus elastisitas beton), pengujian modulus elastisitas beton ini dilakukan pada saat umur beton 28 hari pada beton normal maupun pada beton variasi.

Pengujian modulus elastisitas beton hanya diuji sampai pada dengan 40% dari kuat tekan maksimum,dari data kuat tekan yang telah didapatkan, kuat tekan maksimum beton untuk setiap variasi beton yaitu:

Tabel 4.29 Nilai Kuat Tekan Untuk Uji Modulus

| Variasi Beton | Nilai Kuat Tekan (KN) |
|-----------------------|-----------------------|
| Beton Normal | 440 |
| HDPE 0,5 % dan ASK 3% | 312,14 |
| HDPE 1 % dan ASK 3% | 248,179 |
| HDPE 1,5 % dan ASK 3% | 341,58 |

Dan untuk memudahkan pembacaan dial elastisitas beton (alat uji modulus elastisitas beton) maka pembacaan dial dilakukan sampai dengan angka kuat tekan maksium saja. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder.

Apabila kita membandingkan antara modulus elastisitas beton normal dengan modulus elastisitas beton dengan variasi HDPE dan abu sabut kelapa maka dapat kita lihat peningkatan dan penurunan hasil nilai modulus elastisitas, hasil data tersebut menggunakan metode ASTM C-469 dan dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4.30 Modulus Elastisitas Variasi Beton Normal

| Beban | Pembacaan Dial | ΔL | Tegangan | Regangan | 40% P max | 40% ΔL | Tegangan | | Regangan | | Modulus Elastisitas |
|-------|----------------|------------|----------|------------|-----------|----------------|----------|------|--------------|--------------|---------------------|
| | | | | | | | S2 | S1 | ϵ_2 | ϵ_1 | |
| (KN) | | (mm) | MPa | ϵ | MPa | | | | | | MPa |
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 176 | 0,092 | 9,96 | 0,94 | 0,000307 | 0,00005 | 35092 |
| 50 | 45 | 0,045 | 2,83 | 0,000150 | | | | | | | |
| 100 | 56 | 0,056 | 5,66 | 0,000187 | | | | | | | |
| 150 | 89 | 0,089 | 8,49 | 0,000297 | | | | | | | |
| 200 | 95 | 0,095 | 11,32 | 0,000317 | | | | | | | |
| 250 | 126 | 0,126 | 14,15 | 0,000420 | | | | | | | |
| 300 | 156 | 0,156 | 16,99 | 0,000520 | | | | | | | |
| 350 | 189 | 0,189 | 19,82 | 0,000630 | | | | | | | |
| 400 | 268 | 0,268 | 22,65 | 0,000893 | | | | | | | |
| 440 | 320 | 0,32 | 24,91 | 0,001067 | | | | | | | |

Tabel 4.31 Modulus Elastisitas Beton variasi 0,5% HDPE dan ASK 3 %

| Beban (KN) | Pembacaan Dial | ΔL (mm) | Tegangan MPa | Regangan ϵ | 40% P max MPa | 40% ΔL | Tegangan | | Regangan | | Modulus Elastisitas MPa |
|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|----------|------|--------------|--------------|-------------------------------|
| | | | | | | | S2 | S1 | ϵ_2 | ϵ_1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 124,856 | 0,033 | 7,07 | 3,29 | 0,000110 | 0,00005 | 62643 |
| 34,38 | 4,5 | 0,0045 | 1,95 | 0,000015 | | | | | | | |
| 62,65 | 17 | 0,017 | 3,55 | 0,000057 | | | | | | | |
| 97,26 | 27 | 0,027 | 5,51 | 0,000090 | | | | | | | |
| 156,138 | 40 | 0,04 | 8,84 | 0,000133 | | | | | | | |
| 188,87 | 44,5 | 0,0445 | 10,69 | 0,000148 | | | | | | | |
| 218,742 | 115 | 0,115 | 12,38 | 0,000383 | | | | | | | |
| 274,69 | 158 | 0,158 | 15,55 | 0,000527 | | | | | | | |
| 312,14 | 160 | 0,16 | 17,67 | 0,000533 | | | | | | | |

Tabel 4.32 Modulus Elastisitas Beton variasi 1 % HDPE dan ASK 3%

| Beban | Pembacaan Dial | ΔL | Tegangan | Regangan | 40% P max | 40% ΔL | Tegangan | | Regangan | | Modulus Elastisitas |
|---------|----------------|------------|----------|------------|-----------|----------------|----------|------|--------------|--------------|---------------------|
| | | | | | | | S2 | S1 | ϵ_2 | ϵ_1 | |
| (KN) | | (mm) | MPa | ϵ | MPa | | | | | | MPa |
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 99,27 | 0,005 | 5,62 | 8,80 | 0,000017 | 0,00005 | 94852 |
| 27,33 | 2,375 | 0,002375 | 1,55 | 0,000008 | | | | | | | |
| 54,63 | 4,75 | 0,00475 | 3,09 | 0,000016 | | | | | | | |
| 109,22 | 5 | 0,005 | 6,18 | 0,000017 | | | | | | | |
| 173,83 | 19 | 0,019 | 9,84 | 0,000063 | | | | | | | |
| 218,4 | 38 | 0,038 | 12,37 | 0,000127 | | | | | | | |
| 248,179 | 152 | 0,152 | 14,05 | 0,000507 | | | | | | | |

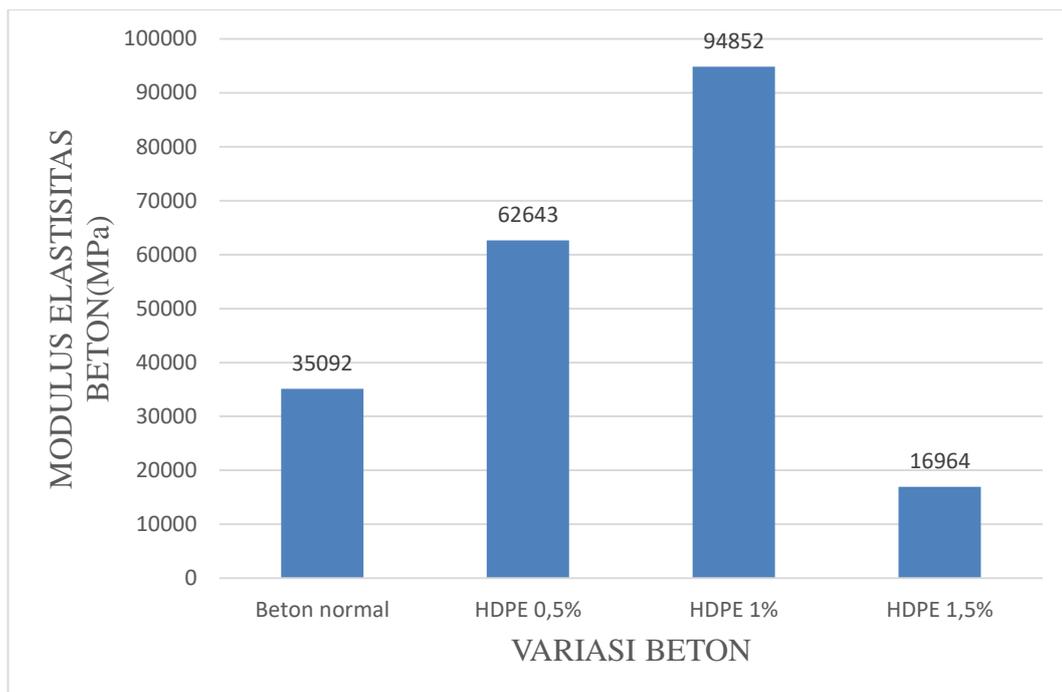
Tabel 4.33 Modulus Elastisitas Beton variasi 1,5% dan ASK 3%

| Beban (KN) | Pembacaan Dial | ΔL (mm) | Tegangan MPa | Regangan ϵ | 40% P max MPa | 40% ΔL | Tegangan | | Regangan | | Modulus Elastisitas MPa |
|---------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|----------|------|--------------|--------------|-------------------------------|
| | | | | | | | S2 | S1 | ϵ_2 | ϵ_1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,000000 | 132,7976 | 0,010 | 7,52 | 7,82 | 0,000032 | 0,00005 | 16964 |
| 38 | 2 | 0,002 | 2,15 | 0,000007 | | | | | | | |
| 75,2 | 4 | 0,004 | 4,26 | 0,000013 | | | | | | | |
| 131,55 | 8,5 | 0,0085 | 7,45 | 0,000028 | | | | | | | |
| 171,002 | 48 | 0,048 | 9,68 | 0,000160 | | | | | | | |
| 239,122 | 68 | 0,068 | 13,54 | 0,000227 | | | | | | | |
| 263,04 | 85 | 0,085 | 14,89 | 0,000283 | | | | | | | |
| 281,82 | 85 | 0,085 | 15,96 | 0,000283 | | | | | | | |
| 309,99 | 97 | 0,097 | 17,55 | 0,000323 | | | | | | | |
| 331,994 | 102 | 0,102 | 18,80 | 0,000340 | | | | | | | |
| 341,58 | 135,000 | 0,14 | 19,339278 | 0,000450 | | | | | | | |

Tabel 4.34 Modulus elastisitas beton

| No | Variasi beton | Nilai modulus elastisitas beton (MPa) |
|----|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Beton normal | 35092 |
| 2 | Beton variasi 0,5% HDPE | 62643 |
| 3 | Beton variasi 1% HDPE | 94852 |
| 4 | Beton variasi 1,5% HDPE | 16964 |

Dari hasil diatas dapat kita lihat bahwa terdapat peningkatan terhadap nilai modulus elastisitas pada variasi 0,5% HDPE dan 1% HDPE dari beton normal, dan modulus elastisitas mengalami penurunan pada penambahan HDPE 1,5% dibandingkan dengan variasi sebelumnya.

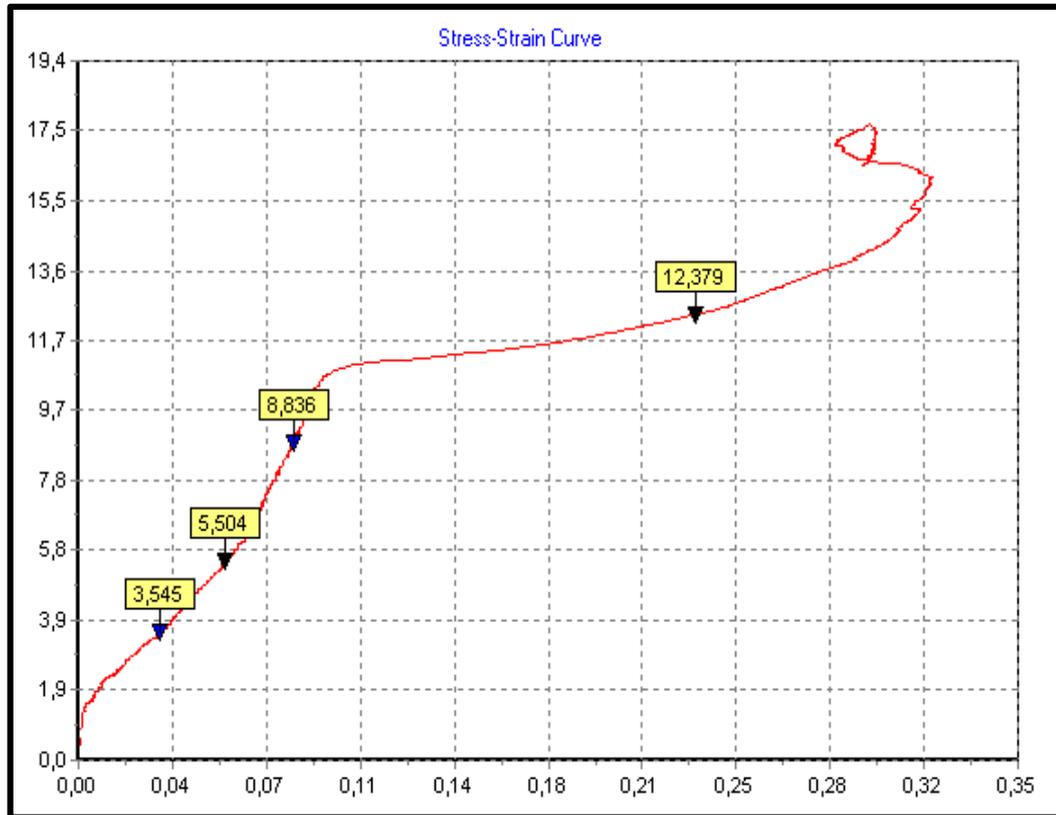


Gambar 4.11. Grafik Modulus Elastisitas Beton

Dikarenakan pengujian modulus elastisitas dilakukan di dua lokasi yang berbeda dimana untuk beton normal dilaksanakan di Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara sedangkan untuk beton variasi HDPE dilaksanakan di Laboratorium Terpadu. Pada pengujian beton variasi juga di peroleh grafik stress-strein dimana dari grafik tersebut di peroleh nilai modulus elastisitas sebagai

berikut:

Grafik pembacaan strees strain beton variasi 0,5% HDPE dan abu sabut kelapa 3% :



Gambar 4.12 Grafik strees strain beton variasi 0,5% HDPE dan abu sabut kelapa 3%

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1}$$

Dimana :

$$S_2 = 40\% \times 17,67$$

$$= 4,95$$

$$S_1 = 3,545$$

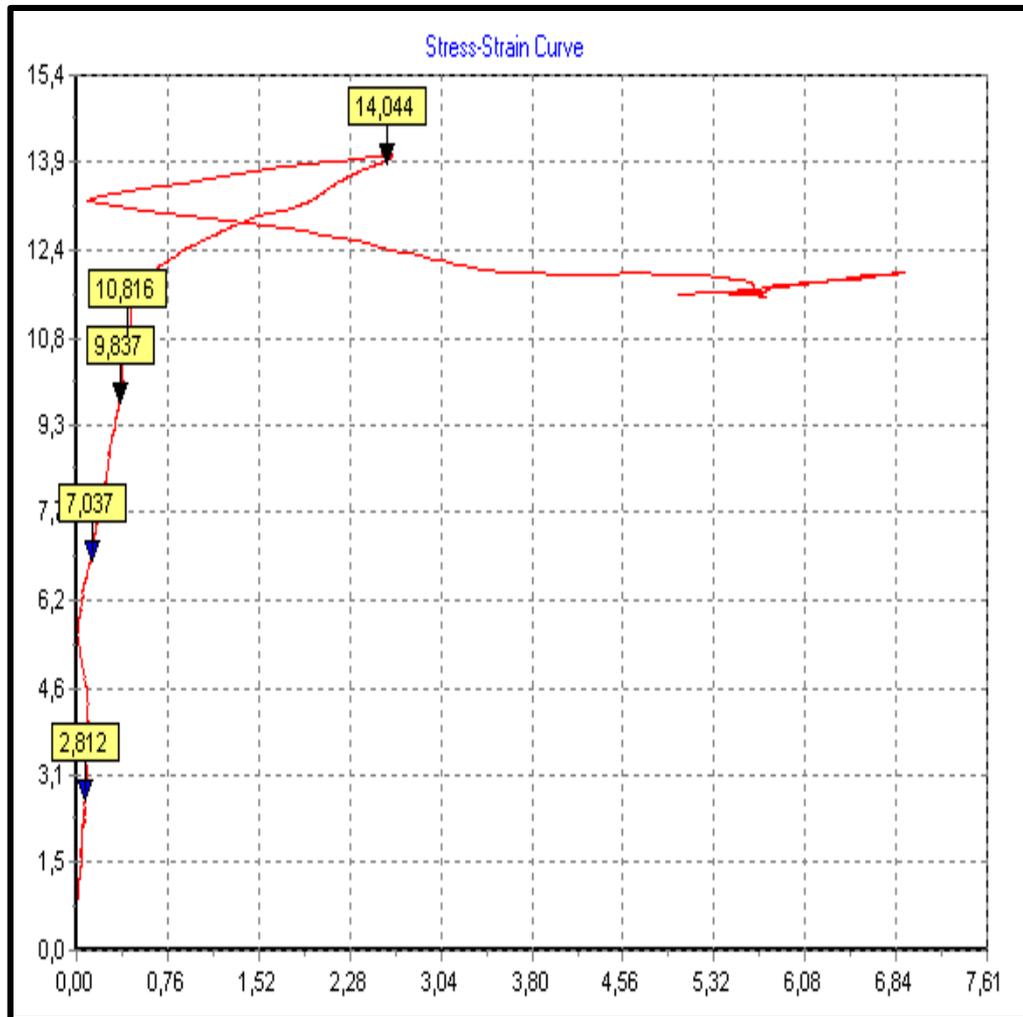
$$\epsilon_2 = 0,00005$$

$$\epsilon_1 = 0,00003$$

$$E = \frac{7,068 - 3,545}{0,00007 - 0,00003}$$

$$E = 88075 \text{ MPa}$$

Grafik pembacaan strees strain beton variasi 1 % HDPE dan abu sabut kelapa 3% :



Gambar 4.13 Grafik strees strain beton variasi 1 % HDPE dan abu sabut kelapa 3%

$$S_2 = 40\% \times 14,044$$

$$= 5,618$$

$$S_1 = 2,812$$

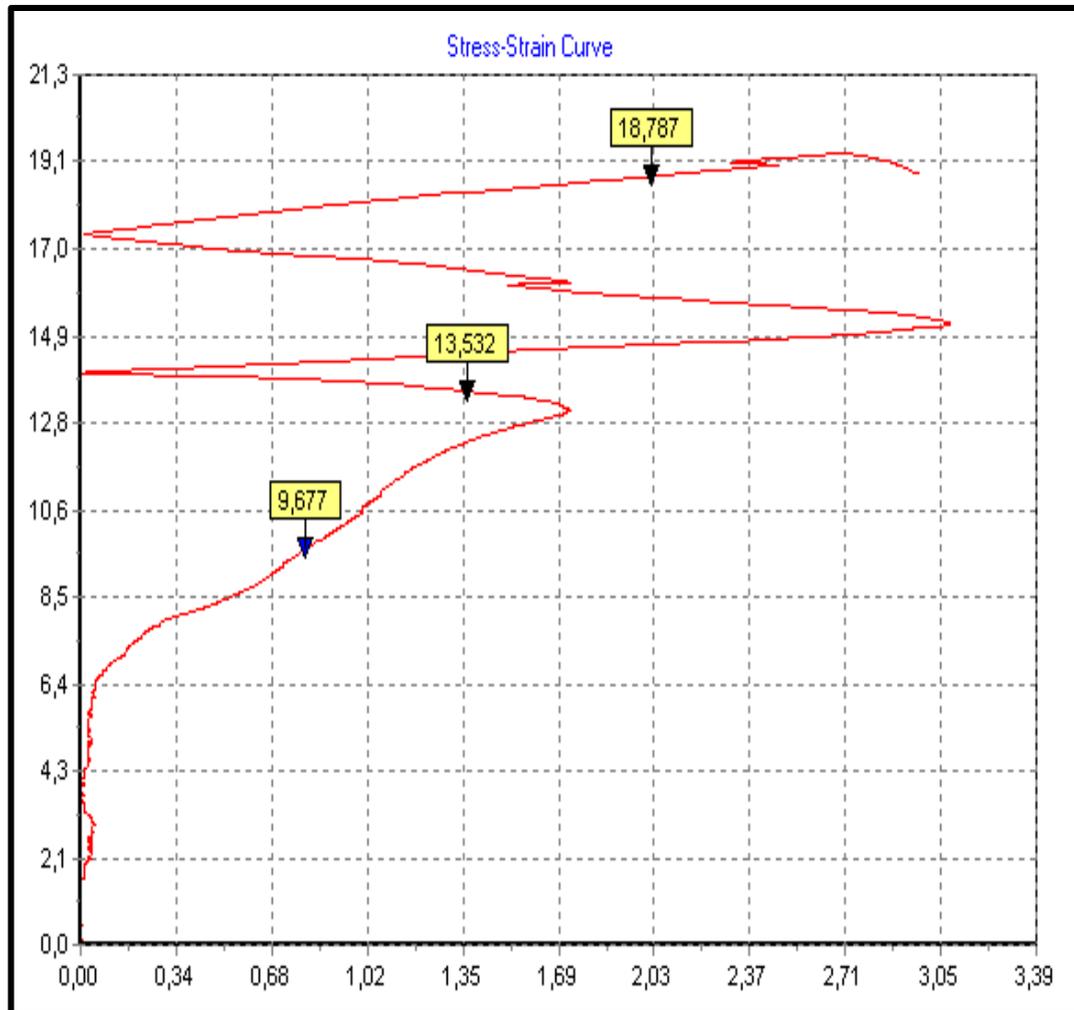
$$\epsilon_2 = 0,000095$$

$$\epsilon_1 = 0,000065$$

$$E = \frac{5,618 - 2,812}{0,000095 - 0,000065}$$

$$E = 93533,33 \text{ MPa}$$

Grafik pembacaan strees strain beton variasi 1,5% HDPE dan abu sabut kelapa 3% :



Gambar 4.14 Grafik strees strain beton variasi 1,5% HDPE dan abu sabut kelapa 3%

$$S_2 = 40\% \times 18,787$$

$$= 7,514$$

$$S_1 = 9,677$$

$$\epsilon_2 = 0,0003$$

$$\epsilon_1 = 0,00085$$

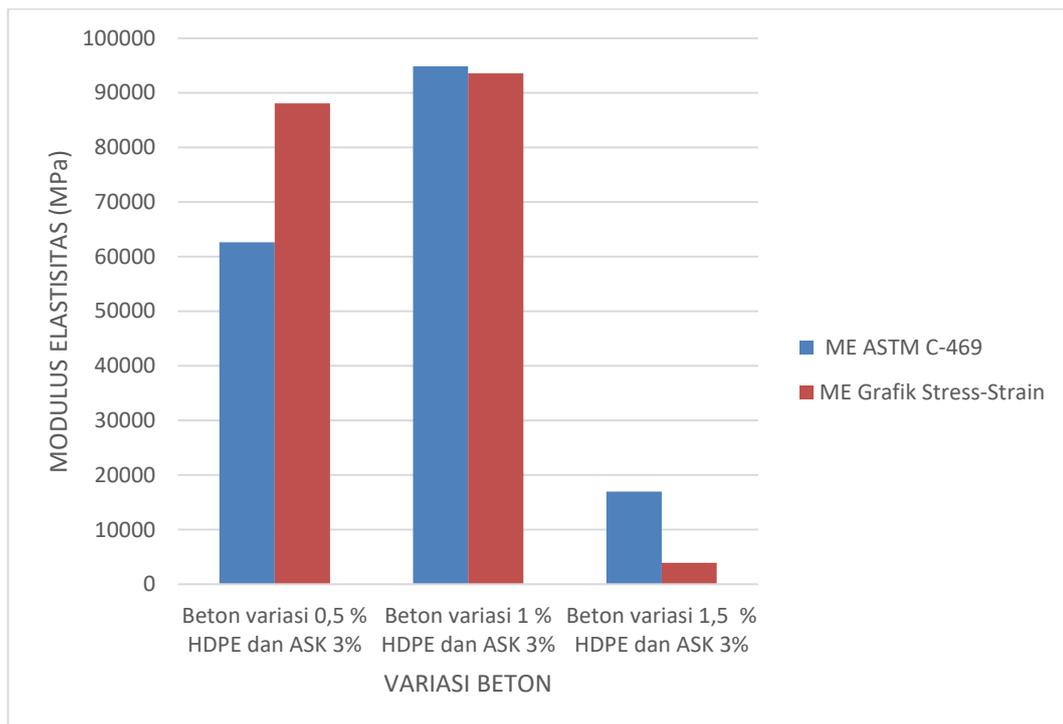
$$E = \frac{7,514 - 9,677}{0,0003 - 0,00085}$$

$$E = 3932 \text{ MPa}$$

Sama halnya dengan perhitungan modulus elastisitas menggunakan ASTM C-469 perhitungan modulus elastisitas menggunakan grafik stress-strein juga mengalami peningkatan pada beton variasi 0,5% dan 1 % serta mengalami penurunan yang cukup drastis pada variasi 1,5%. Dimana perbandingan nilai modulus dengan perhitungan ASTM dan grafik stress-strein dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.34 Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Beton

| Variasi beton | ME ASTM C-469 | ME grafik Stress-Strein |
|---------------|---------------|-------------------------|
| Variasi 0,5 % | 62643 | 88075 |
| Variasi 1 % | 94852 | 93533,33 |
| Variasi 1,5 % | 16964 | 3932 |



Grafik 4.15 Perbandingan nilai modulus elastisitas beton varisi dengan metode ASTM C-649 dan pembacaan grafik stress-strain

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan plastik HDPE, abu sabut kelapa dan Sika Viscocrete 8670 - MN, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar persentase agregat plastik HDPE pada beton maka semakin tinggi pula nilai slump test beton. Dimana dari hasil penelitian diperoleh nilai slump maksimum sebesar 8,4 cm pada variasi 1,5% HDPE, 3% abu sabut kelapa dan 0,8% viscocrete 8670 MN. Serta nilai slump terendah yaitu sebesar 6 cm pada variasi beton normal. Selain penambahan plastik HDPE faktor lain yang menyebabkan bertambahnya nilai slump yaitu akibat penambahan viscocrete 8670 MN. Sebagaimana yang telah di jabarkan pada landasan teori penambahan superplastisizer viscocrete 8670 MN menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan. Penambahan abu sabut kelapa juga cukup mempengaruhi dimana seperti diketahui abu sabut kelapa memiliki sifat pozolan yang mengandung unsur silikat yang hampir sama dengan semen, hal ini dapat menyebabkan adukan beton semakin encer.
2. Nilai absorpsi beton maksimum diperoleh sebesar 4,23% pada variasi beton normal sedangkan nilai absorpsi minimum sebesar 2% pada variasi beton 1,5%. Semakin tinggi persentase plastik HDPE pada adukan beton maka semakin rendah pula nilai absorpsi beton. Hal ini dikarenakan sifat plastik HDPE yang digunakan sebagai agregat kasar memiliki tingkat kepadatan tinggi daripada agregat biasa. Selain itu kurangnya pemadatan beton pada proses cetak beton menyebabkan gelembung udara tidak keluar sehingga menyebabkan beton berpori yang berefek pada tingginya persentase absorpsi beton.
3. Semakin tinggi persentase plastik HDPE pada beton maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton. Dimana pada penelitian ini diperoleh kuat tekan

maksimum sebesar 32,49 MPa pada variasi beton 1,5%. Dan kuat tekan minimum beton sebesar 23,32 MPa pada beton variasi 0,5%.

4. Nilai modulus elastisitas beton maksimum yaitu sebesar 94852 MPa pada variasi beton 1 % HDPE.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran yang bertujuan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Adapun saran yang perlu dikembangkan dari penelitian ini adalah:

1. Diusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang optimum.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan meningkatkan persentase plastik HDPE sebagai agregat kasar beton serta terhadap zat additive yang lain.
3. Untuk penelitian selanjutnya harus dibuat sampel dengan variasi yang lebih beragam dari penggunaan campuran Plastik HDPE terhadap substitusi agregat kasar.
4. Perlu adanya penelitian selanjutnya menggunakan abu sabut kelapa akan tetapi dalam hal ini sebagai pengganti sebagian semen hal ini dikarenakan abu sabut kelapa mengandung unsur silikat yang sama dengan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, N., & Bukhori, A. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *UKaRsT*, 3(2), 65–72.
- Alwi, A., & Zulkarnain, F. (2021). *Analisa Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton*.
- Antonius. (2020). Perilaku Dasar Dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019. In *UNISSULA PRESS*.
- Anwar, I., & Mahmudati, R. (2019). *Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Dan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*. 9(3), 55–65.
- Bachtiar, E., Muzakkir, M., Takwin, Gusty, S., & Nur, K. (2021). *Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Limbah Plastik*. 15(1), 22–28.
- Basri, D., & Zaki, A. (2019). Pengaruh Limbah Plastik Botol (Leleh) Sebagai Material Tambah Terhadap Kuat Lentur Beton. *J. Rab Construction Research*, 4(2), 66–77.
- Candra, A., Suwarno, Wahyudiono, H., Anam, S., Aprillia, D., & Karisma. (2020). Kuat Tekan Beton Fc' 21,7 MPa Menggunakan Water Reducing and High Range Admixtures. *Jurnal CIVILLa*, 5(1), 330–340.
- Dewi, S. U., & Purnomo, R. (2016). Pengaruh Tambahan Limbah Plastik HDPE (High Density Polyethylene Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K. 125. *Tapak*, 6(1), 15–29.
- Dzikri, M., & Firmansyah, M. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18).
- Hakim, F. A. (2019). Pemanfaatan Biji Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Substitusi Agregat Pada Bata Beton (Paving Block). *Dspace UII*, 1–11. [https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/16329/08.Naskah publikasi.pdf?sequence=14&isAllowed=y](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/16329/08.Naskah%20publikasi.pdf?sequence=14&isAllowed=y)
- Jalali, N. (2017). Pemanfaatan Abu Sabut Kelapa Sawit Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Batako. *Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(1), 1-14. <https://doi.org/10.21831/inersia.v13i1.14593>
- Juwanda, D., & Zulkarnain, F. (2021). Kuat Tarik Beton Akibat Penambahan Superplasticizer Viscocrete-8670 MN Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi. *175.45.187.195*, 31124. [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN%20WISUDA%20PERIODE%20V%2018%20MEI%202013/FULLTEKS/PD/lovita%20meika%20savitri%20(0710710019).pdf)

- Lubis, M., & Zulkarnain, F. (2021). *Analisis Pengaruh Substitusi Plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Penambahan Viscocrete-8670 MN Terhadap Kuat Tekan Beton.*
- Maulana, S. (2017). Pengaruh Substitusi Semen Dengan Abu Cangkang Kerang Lokan (Galolnia Expansa) Dan Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 5(Vol 5 No 2 (2017): FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)), 108–123. <http://journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1257>
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton.* Andi Offset
- Panennungi, & Pertiwi, N. (2013). Ilmu bahan Bangunan. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Raja, T., & Zulkarnain, F. (2021). *Analisa Pengaruh Penambahan Viscocrete – 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Beton.*
- Rini, Hani, S., & Gulo, H. (2021). *Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kelapa dan Gula Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton.* 1(1), 44–53.
- Rommel, E. (2015). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. *Jurnal Gamma*, 9(1), 137–147. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/article/viewFile/2417/2777>
- Safitri, F., Rajak, A., Dapas, S., & Sumajouw, M. (2020). *Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan agregat lokal dengan pemanfaatan abu sekam padi dan batu apung sebagai substitusi parsial semen.* 8(2), 147–154.
- Saputra, M., & Nasrullah, A. (2019). *Analisa Pengaruh Substitusi Limbah Plastik Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton.* 06(02), 37–40.
- Siswanto, E., & Gunarto, A. (2019). Penambahan Fly Ash Dan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Beton. *Ukarst : Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 3(1), 56–65.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI, 2847:2013. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–265.
- Soentpiet, B., Wallah, S. E., & Manalip, H. (2018). Modulus Elastisitas Beton Geopolymer. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7), 517–526.
- Supriyanto, Mudjanarko, S., Koespiadi, & Limantara, A. (2019). Studi penggunaan variasi campuran material plastik jenis high density polyethylene (Hdpe) ada campuran beraspal untuk lapis Aus Ac- Wc (Asphalt Concrete Wearing Course). *Paduraksa*, 8(2), 222–233.
- Wardana, A., Kartunu, W., & Astawa, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe Sebagai Pengganti Agregat Kasar Tertentu Pada Campuran Beton

Ringan. *Konstruksia*, 12(1), 61. <https://doi.org/10.24853/jk.12.1.61-68>

Zulkarnain, F.(2021).Teknologi Beton. UMSU PRESS

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PENELITIAN



Lampiran 1 Pengujian Agregat



Lampiran 3 Pembuatan Benda Uji



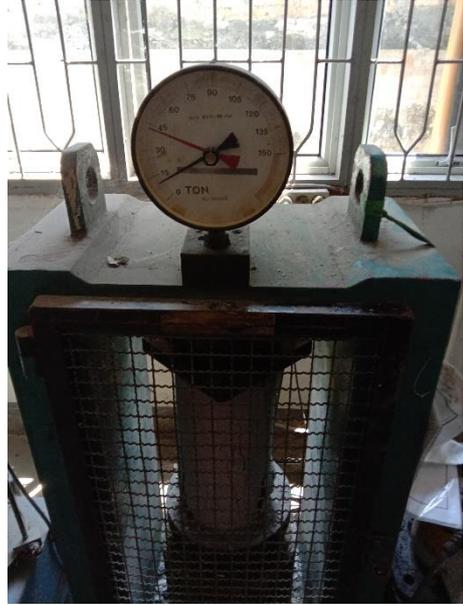
Lampiran 2 Pembuatan Bekisting



Lampiran 4 Uji Slump Test



Lampiran proses menimbang beton



Lampiran Uji Kuat Tekan Beton
Variasi 0,5% Sampel 2



Lampiran Uji Kuat Tekan Beton
Variasi 0,5 % Sampel 1



Lampiran Uji Kuat Tekan Beton
Variasi 1 % Sampel 1



Lampiran Lampiran Uji Kuat Tekan
Beton Variasi 1 % Sampel 2



Lampiran Uji Kuat Tekan Beton
Variasi 1,5 % Sampel 2



Lampiran Uji Kuat Tekan Beton
Variasi 1,5 % Sampel 1



Lampiran Uji Modulus Elastisitas
Beton



Lampiran Pembuatan Agregat Plastik
HDPE



Lampiran Perendaman Benda Uji



INFORMASI PRIBADI

Nama : Hilda Nisti Zentrato
Nama Panggilan : Nisti
Tempat Tanggal Lahir : Luaha Bouso, 06 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Sekarang : Rusunawa UMSU, Jalan Ampera Raya Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan
No Hp : 081269212407
Email : hildazentrato07@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pojok Mahasiswa : 1807210048
Fakultas : Teknik
Prodi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Mochtar Basri No 3

| Tingkat Pendidikan | Nama dan Tempat | Tahun |
|--------------------|----------------------------|-----------|
| SD | SDN 070408 Luaha Bouso | 2006-2012 |
| SMP | SMP N 1 Gunungsitoli Utara | 2012-2015 |
| SMA | SMA N 2 Gunungsitoli | 2015-2018 |