

TUGAS AKHIR

**KAJIAN KEKUATAN TEKAN MORTAR DENGAN
KOMBINASI ABU AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI SEMEN DAN SERAT IJUK
SEBAGAI BAHAN TAMBAH**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

SALSA AZIZAH

2107210043



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Salsa Azizah

Npm : 2107210043

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Kekuatan Tekan Mortar Dengan Kombinasi Abu Ampas
Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Dan Serat Ijuk Sebagai
Bahan Tambah

Bidang Ilmu : Struktur

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

**DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN
KEPADA PANITIA UJIAN**

Medan, 08 September 2025

Dosen Pembimbing



Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Salsa Azizah

Npm : 2107210043

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kajian Kekuatan Tekan Mortar Dengan Kombinasi Abu Ampas
Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Dan Serat Ijuk Sebagai
Bahan Tambah

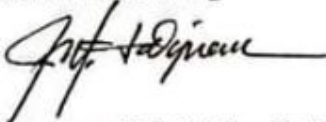
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 08 September 2025

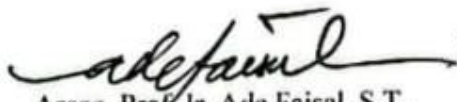
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dosen Penguji I



Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T.,
M.Sc., Ph.D.

Dosen Penguji II



Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Salsa Azizah
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 20 Oktober 2002
Npm : 2107210043
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Kajian Kekuatan Tekan Mortar Dengan Kombinasi Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Dan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah (Studi Penelitian).

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

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

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

Medan, 08 September 2025
Saya yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow and red 10,000 Rupiah meter stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAL TEMPEL', and 'E: EC2ANX084341640'.

Salsa Azizah.

ABSTRAK

KAJIAN KEKUATAN TEKAN MORTAR DENGAN KOMBINASI ABU AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DAN SERAT IJUK SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Salsa Azizah

2107210043

Ir. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kombinasi abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen dan serat ijuk sebagai bahan tambah terhadap kekuatan tekan mortar. Mortar dibuat dengan variasi komposisi abu ampas tebu sebesar 2%, 5%, 7,5%, dan 10% berat semen serta penambahan serat ijuk dengan kadar 0,1%, 0,5%, dan 1%. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan metode uji kuat tekan dan karakterisasi sifat fisik mortar seperti berat jenis dan penyerapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen mempengaruhi kekuatan tekan mortar secara signifikan, dimana nilai kekuatan tertinggi diperoleh pada kadar abu ampas tebu 2% untuk faktor air semen (FAS) 0,35 dan 5% untuk FAS 0,40. Selain itu, penambahan serat ijuk dengan porsi 0,5% mampu meningkatkan kekuatan tekan mortar dibandingkan tanpa serat maupun dengan kadar serat yang lebih rendah atau lebih tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan abu ampas tebu dan serat ijuk pada komposisi yang tepat dapat mengoptimalkan mutu mortar, sekaligus memberikan solusi ramah lingkungan dalam memanfaatkan limbah pertanian. Hasil ini diharapkan dapat menjadi referensi pengembangan bahan bangunan alternatif yang ekonomis dan berkelanjutan.

Kata kunci: abu ampas tebu, serat ijuk, kekuatan tekan, mortar, bahan substitusi semen.

ABSTRACT

STUDY OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR WITH A COMBINATION OF BAGASSALE ASH AS A CEMENT SUBSTITUTION MATERIAL AND IVORY FIBER AS AN ADDITIONAL MATERIAL

Salsa Azizah
2107210043

Ir. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D

This study aims to examine the effect of the combination of bagasse ash as a cement substitute and palm fiber as an additive on the compressive strength of mortar. Mortar was made with variations in the composition of bagasse ash of 2%, 5%, 7.5%, and 10% by weight of cement and the addition of palm fiber with levels of 0.1%, 0.5%, and 1%. Testing was carried out at the age of 28 days using the compressive strength test method and characterization of the physical properties of the mortar such as specific gravity and absorption. The results showed that the addition of bagasse ash as a partial replacement of cement significantly affected the compressive strength of the mortar, where the highest strength values were obtained at a bagasse ash content of 2% for a water cement ratio (FAS) of 0.35 and 5% for a FAS of 0.40. In addition, the addition of palm fiber with a portion of 0.5% was able to increase the compressive strength of the mortar compared to without fiber or with lower or higher fiber content. This study concluded that the use of bagasse ash and palm fiber in the right composition can optimize the quality of the mortar, while providing an environmentally friendly solution in utilizing agricultural waste. These results are expected to serve as a reference for developing economical and sustainable alternative building materials.

Keywords: bagasse ash, palm fiber, compressive strength, mortar, cement substitute.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Kajian Kekuatan Tekan Mortar Dengan Kombinasi Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Dan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah (Studi Penelitian)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Ir. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Penguji I yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fetra Veny Riza, selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membantu dan memberikan saran serta masukan demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknisipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Alm. Heri Ramadhani dan Ibunda tersayang Almh. Erni Santi yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai penulis serta menjadi penyemangat penulis yang senantiasa mendoakan penulis dapat menyelesaikan studinya.
8. Terimakasih juga kepada Dewi Putriani Br Tarigan, Fatimah Zuhra, Intan Mahfudza, dan Yofalia Dwi Lestari yang telah memberikan perhatian, dukungan dan kontribusi dalam membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu keluarga A1 Pagi dan anak stambuk 2021 lainnya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan juga seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 08 September 2025

Saya yang menyatakan



Salsa Azizah

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mortar	5
2.2 Abu Ampas Tebu	7
2.3 Serat Ijuk	8
2.4 Kuat Tekan	10
BAB 3 METODE PENELITIAN	12
3.1 Diagram Alir	12
3.2 Tahap Pengambilan Data	13
3.3 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	14
3.4 Alat dan Bahan	15
3.4.1 Alat	15
3.4.2 Bahan	24
3.5 Pemeriksaan Bahan	28
3.5.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	28
3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Ampas	
	viii

Tebu	29
3.5.3 Kadar Air Agregat Halus	30
3.5.4 Kadar Lumpur Agregat Halus	31
3.5.5 Berat Isi Agregat Halus	32
3.6 Pelaksanaan Penelitian	33
3.6.1 Mix Design	33
3.6.2 Pembuatan Benda Uji	36
3.6.3 Perawatan Benda Uji	37
3.6.4 Kuat Tekan	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Pemeriksaan Abu Ampas Tebu	39
4.1.1. Berat Jenis dan Penyerapan	39
4.2 Pemeriksaan Benda Uji Mortar	39
4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Mortar.	6
Gambar 2.2: Serat ijuk.	9
Gambar 3.1: Diagram alir.	13
Gambar 3.2: Saringan agregat halus No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, dan PAN.	15
Gambar 3.3: Timbangan digital.	16
Gambar 3.4: Piknometer.	16
Gambar 3.5: Kawat kasa dan kaki tiga.	17
Gambar 3.6: Spirtus.	17
Gambar 3.7: Cetakan kerucut pasir dan tongkat pemadat.	18
Gambar 3.8: Cetakan ukuran 5cm x 5cm x 5cm.	18
Gambar 3. 9: Bak perendam.	19
Gambar 3.10: Mesin pengaduk (mixer).	19
Gambar 3.11: Mesin pengujian kuat tekan.	20
Gambar 3.12: Sekop tangan.	20
Gambar 3.13: Gelas ukur.	21
Gambar 3.14: Ember.	21
Gambar 3.15: Plastik.	22
Gambar 3.16: Pan.	22
Gambar 3. 17: Oven.	23
Gambar 3.18: Sarung tangan.	23
Gambar 3.19: Masker.	24
Gambar 3.20: Kuas.	24
Gambar 3.21: Semen PCC (<i>Portland Composite Cement</i>).	25
Gambar 3.22: Pasir.	25
Gambar 3.23: Air.	26
Gambar 3.24: Abu ampas tebu.	27
Gambar 3.25: Ijuk.	27
Gambar 4.1: Cetakan mortar.	35
Gambar 4.2: Nilai Kuat Tekan FAS 0,35.	47

Gambar 4. 3 Nilai kuat tekan mortar FAS 0,40.	48
Gambar 4.4: Nilai kuat tekan mortar FAS 0,35.	49
Gambar 4.5: Nilai kuat tekan mortar FAS 0,40.	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Komposisi senyawa kimia abu ampas tebu.	7
Tabel 3.1: Mix Design FAS 0,35.	34
Tabel 3.2: Mix Design FAS 0,40.	34
Tabel 4. 1: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu ampas tebu.	39
Tabel 4. 2: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan FAS 0,40.	40
Tabel 4. 3: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan Kedua FAS 0,35.	42
Tabel 4. 4: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan Kedua FAS 0,40.	42
Tabel 4. 5: Penyerapan Benda Uji Kuat Tekan Pertama FAS 0,35.	43
Tabel 4. 6: Penyerapan Benda Uji Kuat Tekan Pertama FAS 0,40	44
Tabel 4. 7: Penyerapan benda uji kuat tekan kedua FAS 0,35.	45
Tabel 4. 8: Penyerapan benda uji kuat tekan kedua FAS 0,40.	45
Tabel 4.9: Kuat tekan variasi abu ampas tebu.	46
Tabel 4.10: Variasi kuat tekan abu ampas tebu dan serat ijuk (SI)	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mortar adalah bahan bangunan yang menggabungkan antara semen, pasir, dan air. Mortar merupakan salah satu komponen beton, Teknologi mortar misalnya, yang banyak digunakan adalah ferosemen mortar yang menggabungkan mortar dengan kawat ayam. Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik dan proses pembuatan yang baik akan menghasilkan mortar yang berkualitas baik pula. Ilmu bahan bangunan memiliki beberapa jenis bahan yang dikategorikan sebagai bahan ikat dalam adukan, di antaranya adalah semen, kapur, pozolan, dan beberapa bahan ikat lainnya (Sihombing dkk., 2019). Seiring perkembangan kemajuan bangunan, mortar mempunyai peran yang sangat besar dalam pembangunan. Pada dasarnya mutu mortar tergantung pada sifat, karakteristik bahan pembentuknya dan cara pengerjaannya. Salah satu penentu mutu mortar agar layak digunakan yaitu kuat tekan, kehalusan semen juga mempengaruhi uji kuat tekan (Afni, 2015).

Pada jaman modern sekarang ini perkembangan dibidang konstruksi bangunan semakin meluas. Teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia, salah satunya adalah teknologi serat alam (Natural Fiber). Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya yang melimpah. Ada beberapa contoh serat alam yang belum banyak dimanfaatkan dan sebagai penguat matriks komposit yaitu serat sabut kelapa dan serat ijuk, yang berasal dari tanaman kelapa dan tanaman aren (Ayubi dan Hadi, 2019).

Serat ijuk mempunyai beberapa keunggulan, dimana keunggulan atau kelebihan yang tidak dimiliki serat lain adalah sifat dari serat ijuk ini lentur dan tahan terhadap air, bahkan air laut pun juga tahan. Dengan kelebihan serat ijuk ini

peneliti ingin memanfaatkan serat tersebut yang akan digunakan menjadi material baru yang akan digabungkan dengan bahan yang disebut bahan komposit. Serat ijuk juga banyak yang tidak terpakai atau hanya dibuang dan menjadi limbah dan penanganan paling jauh adalah dengan dibakar dan tidak dimanfaatkan dengan baik. Penggunaan serat ijuk dalam campuran ini memiliki pengaruh yang baik.

Abu ampas tebu merupakan limbah padat yang berasal dari proses pemerasan batang tebu. Ampas tebu mengandung air 48-52%, gula 2,5-6%. Selama ini limbah dari ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan bakar, padahal limbah dari produksi gula tebu sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dalam kegiatan konstruksi. Abu ampas tebu dapat berperam sebagai pengisi antara partikel-partikel pembentuk mortar, sehingga dengan memakai abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen maka porositas mortar akan menjadi lebih kecil, hal ini menyebabkan kekuatan mortar meningkat. Untuk itu perlu dikaji kemungkinan limbah ampas tebu ini untuk dapat dijadikan produk baru yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (Nursani dkk., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, abu ampas tebu yang sudah tidak terpakai serat ijuk berguna bagi industri konstruksi dalam memilih bahan yang efisien dan dapat dimanfaatkan untuk campuran semen sehingga peneliti tertarik untuk menguji kekuatan tekan beton berbahan abu ampas tebu dan serat ijuk.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi abu ampas tebu terhadap kekuatan mortar?
2. Bagaimana komposisi serat ijuk dapat mempengaruhi kekuatan mortar dengan abu ampas tebu sebagai pengganti semen sebagian?

1.3 Batasan Masalah

Luasnya batas permasalahan yang ada pada penelitian ini penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Bahan pembuat mortar antara lain: semen, pasir, abu ampas tebu, serat ijuk, dan air.
2. Persentase penambahan bahan abu ampas tebu dalam penelitian ini sebesar 2%,

5%, 7,5%, dan 10% berat.

3. Mengembangkan campuran mortar dengan variasi proporsi abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen. Fokus pada proporsi yang optimal agar mortar tetap memenuhi kekuatan yang dibutuhkan sambil mengurangi kandungan semen.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi abu ampas tebu (AAT) sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan mortar.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat tekan mortar yang menggunakan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yakni:

1. Manfaat untuk umum dapat mengurangi dampak lingkungan dan memberikan solusi terhadap masalah limbah pertanian serta membuka peluang ekonomi dari pemanfaatann limbah tersebut.
2. Manfaat untuk praktisi penelitian ini adalah abu ampas tebu sebagai bahan substitusi semen membantu mengurangi penggunaan semen konvensional.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan urutan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penulisan, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka bertujuan untuk memberikan dasar teori yang kuat bagi penelitian atau analisis.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan cara atau langkah langkah yang digunakan dalam proses penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dan untuk memberikan panduan dalam mengumpulkan dan menganalisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan data yang diperoleh lalu membahasnya secara mendalam untuk menjawab rumusan masalah yang diajukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian akhir dari penulisan tugas akhir ini yang berfungsi untuk merangkum hasil utama penelitian serta memberikan rekomendasi atau saran. Bab ini membantu untuk memahami inti dari penelitian yang dilakukan.

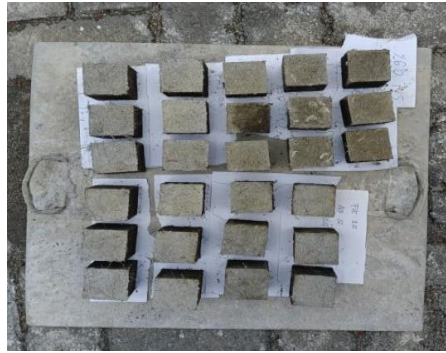
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

Mortar adalah campuran bahan bangunan yang terdiri dari bahan pengikat (seperti semen Portland, kapur, atau kombinasi keduanya), agregat halus (biasanya pasir), dan air, yang membentuk suatu pasta plastis dan mudah dikerjakan (workable) saat basah, serta akan mengeras setelah mengalami proses pengerasan (setting dan hardening). Mortar digunakan secara luas dalam konstruksi bangunan untuk merekatkan batu bata, batako, atau blok beton, serta sebagai bahan plesteran dinding, pelapis lantai, dan pekerjaan perapihan permukaan. Mortar merupakan salah satu bahan bangunan yang berfungsi untuk merekatkan pasangan batu bata, batako, plesteran dan sebagainya. Selama ini mortar masih menggunakan semen portland dan kapur sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan bahan alternative pengikat lainnya yang memiliki harga lebih murah dan diprediksikan dapat meningkatkan sifat mekanik mortar. Bahan pengikat alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pembakaran ampas tebu (Asri, Mulyadi dkk., 2011).

Dalam pekerjaan konstruksi bangunan, biasanya Mortar merupakan bahan bangunan berupa campuran dari semen, pasir dan air dengan proporsi tertentu. Mortar dapat difungsikan sebagai konstruksi struktural maupun konstruksi non struktural. Pada konstruksi struktural Mortar digunakan sebagai spesi dinding dan juga pondasi, sedang untuk konstruksi non structural mortar digunakan sebagai pelapis dinding terluar (Yuniarto Adi, 2008).



Gambar 2.1: Mortar.

Penelitian oleh Simanullang (2014) dengan judul "Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai dan Pasir Apung sebagai Bahan Tambah Fly Ash dan Conplast dengan Perawatan Curing" menunjukkan bahwa pada mortar dengan perbandingan 1:4 menggunakan pasir sungai, kuat tekan tertinggi diperoleh pada mortar yang ditambahkan 50% fly ash dan 1% conplast dengan umur uji 28 hari sebesar 30,8 kg/cm². Persentase peningkatan kuat tekan terhadap mortar normal dengan pasir sungai mencapai 15,61%. Sedangkan pada mortar dengan pasir apung, kuat tekan tertinggi ditemukan pada penambahan 20% fly ash dan 1% conplast dengan umur uji 28 hari sebesar 12,42 kg/cm². Hasil ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan tambah dan jenis pasir berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan mortar.

Penelitian oleh Soamole dkk, (2022) mengenai efek pemanasan terhadap kuat tekan mortar semen dengan penambahan fly ash menunjukkan bahwa pada suhu ruangan (28°C), kuat tekan mortar naik hingga konsentrasi penambahan fly ash sebesar 20%, kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 30% hingga 50%. Persentase kenaikan kuat tekan optimum terhadap mortar normal pada suhu ini sebesar 5,84%. Pada suhu 100°C, tren serupa ditemukan dengan peningkatan kuat tekan sampai konsentrasi 20%, dan penurunan pada konsentrasi 30%-50%, dengan persentase kenaikan kuat tekan optimum sebesar 8,64% dibanding mortar normal. Selain itu, setelah pemanasan pada suhu 100°C, kuat tekan mortar meningkat sekitar 40% hingga 49% dibandingkan mortar normal pada suhu ruangan, berlaku untuk semua jenis mortar yang diuji. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu tertentu dapat meningkatkan kekompakan dan kekuatan mortar dengan fly ash.

2.2 Abu Ampas Tebu

Untuk memperoleh bahan strukrut tidsk harus menggunakan bahan utama saja tetapi juga bisa digunakan bahan bahan tambahan atau penunjang. Bahan bahan yang sudah tidak terpakai atau kata lain kita kenal dengan limbah/sampah mulai banyak diincar sebagai bahan penunjang, selain murah dan sebagai bahan sisa-sisa buangan diusahakan agar limbah tersebut bisa mempunyai kegunaan lain yang mampu meningkatkan kualitas yang baik.

Persediaan abu ampas tebu di Indonesia cukup melimpah sejalan dengan banyaknya penjual es di pinggir jalan. Sekitar 50% ampas tebu yang dihasilkan di setiap penjuak es tebu digunakan sebagai ahan bakar dan sisanya ditimbun sebagaibuangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Ampas tebu yang digunakan berasal dari penjual es kaki lima dengan volume buangan 20 kg/hari. Ampas tebu (*baggage ash*) adalah campuran dari serat yang kuat, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasoilkan melalui penggilingan tebu. Abu ampas tebu memiliki kandungan yang sama dengan bahan utama pembentuk semen *Portland* yaitu silica (SiO_2) dan ferrit (Fe_2O_3) sehingga dapat dijadikan *pozzolan* yang selain menggantikan semen (Rustanti, 2023).

Potensi bagasse di Indonesia menurut pusat penelitian perkebunan gula di Indonsia (P3GI) tahun 2008, cukup besar dengan komposisi rata-rata hasil samping industry gula di Indonesia terdiri dari limbah cair 52,9%, blotong 3,5%, ampas (bagasse) 32,0%, tetes 4,5%, dan gula 7,05%, serta abu 0,1% (Pratama dan Chairina, 2023).

Tabel 2.1: Komposisi senyawa kimia abu ampas tebu.

Senyawa Kimia	Jumlah (%)
SiO_2	50,36
K_2O	19,34
CaO	8,81
TiO_2	0,26
P_2O_5	0,51
MnO	0,68
Fe_2O_3	18,78
CuO	0,15
ZnO	0,15

Penelitian oleh Pratama dan Chairina (2023) mengenai pengaruh abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton normal menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan abu ampas tebu mengalami penurunan dibandingkan beton normal. Beton dengan abu ampas tebu mencapai kuat tekan terbesar sebesar 18,07 MPa pada penambahan abu ampas tebu sebesar 5%, sedangkan beton normal memiliki kuat tekan sebesar 29,128 MPa. Oleh karena itu, penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan tambah pada berat semen dianggap kurang efektif untuk meningkatkan kuat tekan beton.

Penelitian oleh Mahmud dkk., (2023) mengenai pengaruh abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen terhadap sifat-sifat mekanik beton menunjukkan hasil uji kuat tekan sebagai berikut: beton tanpa abu ampas tebu (AAT 0%) memiliki kuat tekan sebesar 24,14 MPa; dengan penambahan abu ampas tebu 5% (AAT 5%) kuat tekan menurun menjadi 17,20 MPa; pada penambahan 7,5% (AAT 7,5%) kuat tekan sebesar 14,98 MPa; penambahan 10% (AAT 10%) menghasilkan kuat tekan 11,93 MPa; dan penambahan 12% (AAT 12%) menunjukkan kuat tekan terendah yaitu 9,71 MPa. Data ini mengindikasikan bahwa peningkatan persentase abu ampas tebu sebagai pengganti semen menyebabkan penurunan signifikan pada kuat tekan beton.

2.3 Serat Ijuk

Banyak jenis serat yang bisa digunakan sebagai material komposit, saat ini banyak diteliti dan dikembangkan komposit dengan berbagai serat alam sebagai material serat. Indonesia merupakan salah satu Negara yang banyak memiliki hutan dan pegunungan, yang ditumbuhi berbagai tanaman atau pepohonan liar dari berbagai jenis yang banyak diantarnya menghasilkan serat alam, salah satunya adalah pohon aren tau enau. Serat yang dihasilkan dari pohon aren dikenal dengan nama serat ijuk, biasa digunakan berbagai keperluan rumah tangga. Ijuk kualitas nomor satu memiliki serat yang panjang, tebal dan tekstur yang lebih kuat, biasanya termasuk dalam ijuk kualitas ekspor (Surono dan Sukoco, 2016).

Penggunaan serat alam sebagai bahan komposit memiliki beberapa kelebihan yang dimiliki, diantaranya memiliki sifat mekanik yang tinggi, dan biaya

pembuatan yang relatif murah. Penggunaan komposit sudah dilakukan pada berbagai aspek kebutuhan, seperti alat alat sederhana (Salahudin dkk., 2021). Serat ijuk memiliki sifat kekerasan (hardness) dan kekuatan impak yang baik, sulit dicerna oleh organisme perusak, dan memiliki ketahanan air yang cukup baik, serat ijuk lebih unggul dibandingkan dengan serat sintetis, komposit serat alam lebih murah dibandingkan serat sintetis dan juga serat yang dihasilkan dari pohon aren (Material dan Energi, 2021).



Gambar 2.2: Serat ijuk.

Penelitian oleh Tamrin dkk., (2021) mengenai kontribusi serat ijuk terhadap sifat mekanik beton sistem Self Compacting Concrete (SCC) menunjukkan bahwa penambahan serat ijuk sebesar 0,75% menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 65,05 MPa, dengan peningkatan kuat tekan sebesar 24,74% dibandingkan beton tanpa serat ijuk. Sementara itu, penambahan serat ijuk sebesar 1% menghasilkan kuat tekan sebesar 54,16 MPa dengan peningkatan kuat tekan sebesar 3,85% dari beton tanpa serat ijuk. Demikian pula, pada kuat tarik lentur, penambahan serat ijuk 0,75% memberikan hasil tertinggi yaitu sebesar 61,30 kg/cm², mengalami kenaikan sebesar 38,75% dibandingkan beton tanpa serat ijuk. Sedangkan penggunaan serat ijuk sebesar 1% menghasilkan kuat tarik lentur sebesar 54,79 kg/cm² dengan peningkatan sebesar 24,02% dari beton tanpa serat ijuk.

Penelitian yang dilakukan oleh Purkuncoro (2017) mengenai pengaruh perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH pada serat ijuk (*Arenga Pinata*)

terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa serat ijuk tanpa perlakuan NaOH (0%) memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 102,72 MPa. Selanjutnya, perlakuan serat ijuk dengan larutan NaOH 2% menghasilkan peningkatan kekuatan tarik rata-rata menjadi 114,37 MPa. Penelitian juga mencakup perlakuan serat ijuk dengan larutan NaOH 5%, namun nilai kekuatan tarik pada perlakuan ini tidak disebutkan dalam kutipan yang diberikan.

2.4 Kuat Tekan

Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Hal ini dikarenakan banyaknya kelebihan-kelebihan beton harganya relative murah, kekuatan yang baik, bahan baku penyusun yang mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, dan tidak mengalami pembusukan. Inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis sifat fisik material sangat mempengaruhi mutu dan spesifikasi beton tersebut. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efesiensinya. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan mempunyai keawetan (*durability*), serta kekuatan (*strength*) di dalam suatu konstruksi (Indra, 2020).

Kekuatan beton dan mortar adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji beton dan mortar. Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990, sedangkan pengujian kuat tekan mortar dilakukan berdasarkan SNI 03-6825-2002. Benda uji diletakkan di atas mesin penekan kemudian benda uji ditekan sampai benda uji pecah. Pada saat pecah, dicatat besarnya gaya tekan yang maksimum yang bekerja. Penggunaan mutu kekuatan karakteristik rencana ditetapkan sesuai dengan kebutuhan struktur yang akan dibuat. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton dan mortar adalah:

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

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan (Mpa)

F = Gaya beban maksimum (N)

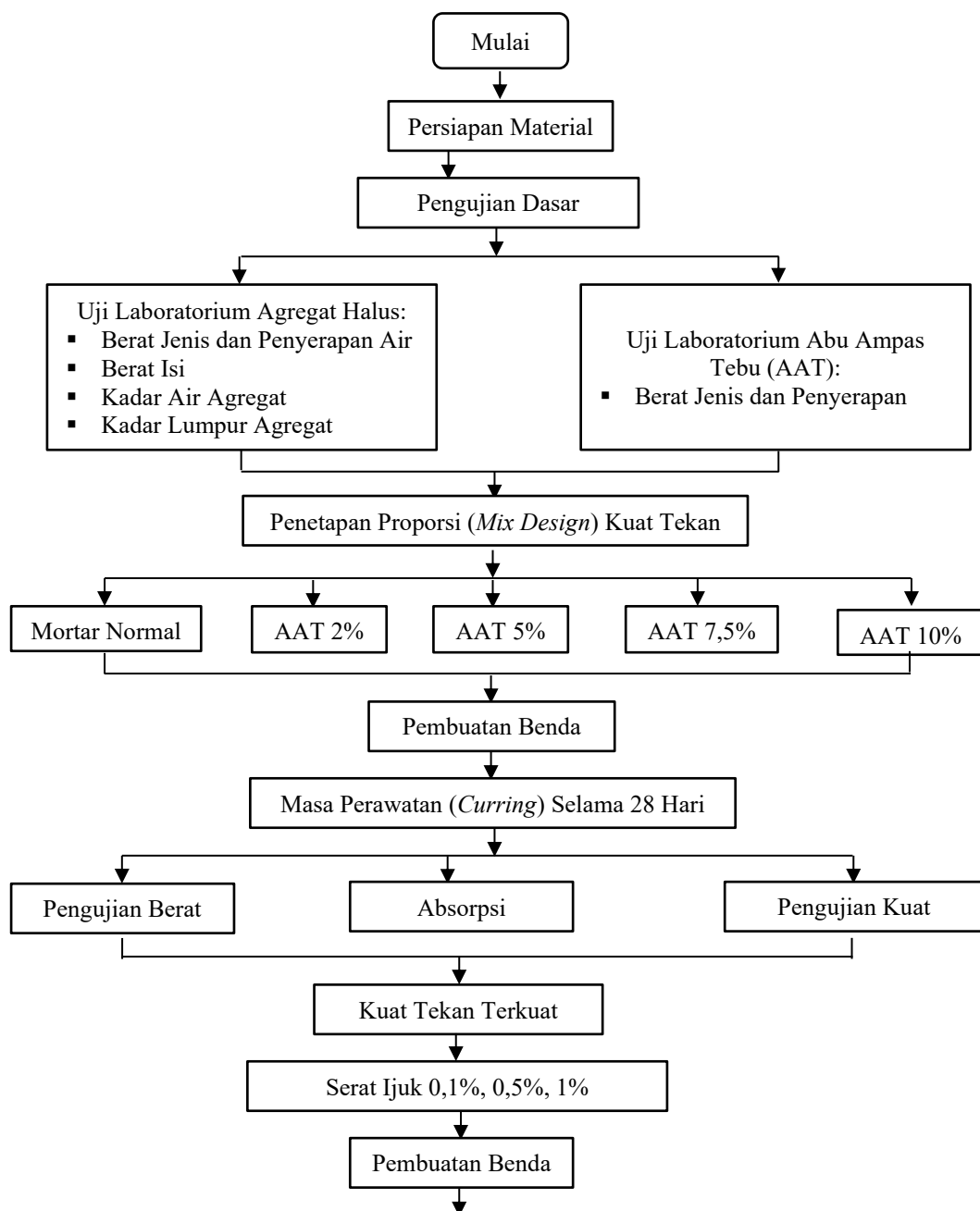
A = Luas bidang Permukaan (mm^2)

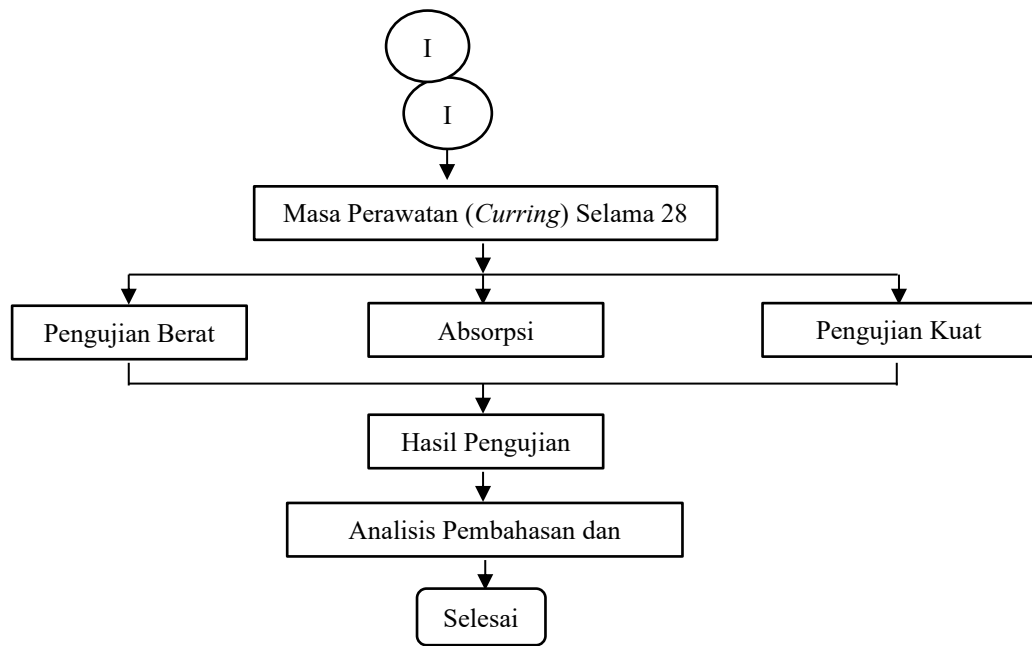
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:





Gambar 3.1: Diagram alir.

3.2 Tahap Pengambilan Data

Penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan menggunakan metode eksperimental Laboratorium yaitu dengan melakukan berbagai macam pengujian sehubungan dengan data-data yang direncanakan sebelumnya. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian yang dilaksanakan terbagi atas lima tahapan sebagai berikut:

1. Tahap I : Pada tahap ini persiapan material seperti pasir, semen, air, abu ampas tebu, dan ijuk. Pengujian dasar material dilakukan pada sampel agregat halus yaitu pasir. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, berat isi, dan kadar lumpur.
2. Tahap II : Tahap ini merupakan tahap perencanaan, pembuatan benda uji dan perawatan mortar.
3. Tahap III : Dilakukan pengujian kuat tekan mortar yang dilakukan dengan masing masing kombinasi yang berbeda:
 - a. Mortar Nornal sebanyak 3 buah sampel
 - b. Persentase Abu Ampas Tebu 2% sebanyak 3 buah sampel
 - c. Persentase Abu Ampas Tebu 5% sebanyak 3 buah sampel

- d. Persentase Abu Ampas Tebu 7,5% sebanyak 3 buah sampel
- e. Persentase Abu Ampas Tebu 10% sebanyak 3 buah sampel
- f. Persentase Penambahan Serat Ijuk 0,1% sebanyak 3 buah sampel
- g. Persentase Penambahan Serat Ijuk 0,5% sebanyak 3 buah sampel
- h. Persentase Penambahan Serat Ijuk 1% sebanyak 3 buah sampel

Dengan ini penulis membuat 48 cetakan balok dengan variasi yang berbeda sesuai dengan keterangan diatas, umur perendaman 28 hari. Pengujian kuat tekan mortar dengan kombinasi abu ampas tebu dan serat ijuk.

- 4. Tahap IV : Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III maka selanjutnya dilakukan analisi data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan dari penelitian.
- 5. Tahap V : Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap IV maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.3 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian yang dilaksanakan ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data Primer

Data yang diperoleh atau didapatkan dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium seperti, analisa berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan berat isi agregat halus, pemeriksaan kadar lumpur agregat halus, dan pemeriksaan kadar air agregat halus.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau didapatkan dari beberapa jurnal dan buku yang berhubungan dengan teknik beton mortar dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Serta data yang telah ditentukan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan dari hasil laporan penelitian-penelitian ferosemen sebelumnya.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus

Satu set saringan dipakai buat nyaring pasir supaya ukuran butirannya lebih seragam dan sesuai standar. Bentuknya disusun bertingkat, dari yang lubangnya paling besar di atas sampai paling kecil di bawah, terus bagian paling bawah ada pan buat nampung sisa pasir yang lolos. Cara pakainya manual digoyang-goyang.



Gambar 3.2: Saringan agregat halus No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, dan PAN.

2. Timbangan digital

Timbangan digital yang dipakai mempunyai kapasitas cukup besar sekitar 30–40 kg. Hasil penimbangan lebih akurat dibanding timbangan manual. Timbangan digital dalam penelitian mortar adalah untuk memastikan semua bahan yang digunakan punya takaran yang tepat sesuai rancangan campuran. Dengan alat ini, berat semen, pasir, air, maupun bahan tambahan seperti abu ampas tebu atau serat ijuk bisa diukur secara presisi sampai satuan gram.



Gambar 3.3: Timbangan digital.

3. Piknometer

Piknometer adalah salah satu alat laboratorium yang dipakai untuk mengukur berat jenis bahan halus seperti semen atau pasir halus. Kapasitas piknometer 50 ml, 100 ml, sampai 250 ml tergantung kebutuhan pengujian. Alat ini dipakai dengan cara diisi air atau cairan tertentu lalu ditimbang, kemudian dibandingkan dengan saat diisi material uji. Fungsi piknometer dalam pengujian mortar adalah untuk menentukan berat jenis semen maupun agregat halus yang digunakan sebagai bahan campuran.



Gambar 3.4: Piknometer.

4. Kawat kasa dan kaki tiga

Kawat kasa adalah lempengan logam tipis dengan anyaman kawat di tengahnya, biasanya dilapisi asbes agar panas dari api bunsen bisa menyebar

merata. Ukurannya sekitar 10×10 cm atau 15×15 cm dan dipakai sebagai alas wadah saat dipanaskan. Kaki tiga adalah penyangga dari besi berbentuk tripod dengan lingkaran di bagian atas, tingginya sekitar 15–25 cm. Kawat kasa digunakan untuk menjadi alas antara tabung dengan api. Kaki tiga digunakan untuk menyanggang alat dalam pemanasan pengujian berat jenis.



Gambar 3.5: Kawat kasa dan kaki tiga.

5. Spirtus

Spirtus digunakan sebagai tempat untuk menyimpan bahan bakar yang akan dipakai saat pembakaran benda uji didalam piknometer.



Gambar 3.6: Spirtus.

6. Cetakan kerucut pasir (*metal sandcone mold*) dan tongkat pemadat.

Cetakan kerucut pasir (*metal sand cone mold*) terbuat dari logam. Cetakan kerucut pasir digunakan untuk memasukkan pasir yang akan diuji untuk melihat agregat halus dalam kondisi SSD. Tongkat pemadat digunakan untuk memadat agregat yang diuji yang berapa di dalam cetakan kecurut.



Gambar 3.7: Cetakan kerucut pasir dan tongkat pemadat.

7. Cetakan benda uji.

Cetakan mortar yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran standar $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$, sesuai dengan standar pengujian kuat tekan mortar. Cetakan terbuat dari bahan logam baja yang kokoh dan tahan lama, serta memiliki permukaan bagian dalam yang halus agar hasil cetakan mudah dilepaskan. Cetakan ini digunakan untuk membentuk benda uji mortar sebelum dilakukan perawatan (*curing*) dan pengujian kuat tekan.



Gambar 3.8: Cetakan ukuran $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$.

8. Bak Perendam.

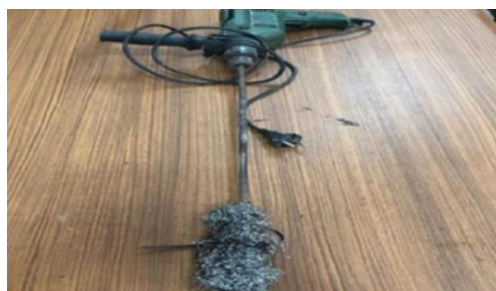
Bak perendam yang digunakan berbentuk persegi panjang dengan dinding beton yang kedap air. Ukurannya cukup besar untuk menampung seluruh benda uji mortar, sehingga perendaman dapat dilakukan secara bersamaan. Bak ini berfungsi menjaga kelembapan benda uji sehingga hasil pengujian kuat tekan sesuai dengan standar yang berlaku.



Gambar 3. 9: Bak perendam.

9. Mesin Pengaduk (Bor)

Mesin pengaduk yang digunakan berupa bor listrik dengan mata pengaduk yang dimodifikasi menggunakan batang besi dan kawat pengaduk di bagian ujungnya. Alat ini berfungsi untuk mencampur bahan-bahan mortar (semen, pasir, air, dan bahan tambahan) agar adukan lebih merata. Kecepatan putaran bor dapat diatur sesuai kebutuhan, sehingga adukan tidak terlalu encer atau terlalu kental.



Gambar 3.10: Mesin pengaduk (mixer).

10. Mesin Pengujian Kuat tekan.

Mesin uji kuat tekan yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolik. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan benda uji pada plat penekan,

kemudian mesin memberikan beban tekan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan. Nilai kuat tekan diperoleh dari hasil pembacaan beban maksimum yang tercatat pada manometer.



Gambar 3.11: Mesin pengujian kuat tekan.

11. Sekop tangan.

Sekop tangan yang digunakan berbahan logam baja dengan gagang pendek sehingga mudah dipegang. Alat ini berfungsi untuk mengambil, memindahkan, dan menakar bahan seperti pasir, semen, maupun adukan mortar ke dalam wadah atau cetakan. Penggunaan sekop tangan membantu proses pengisian adukan mortar menjadi lebih cepat, praktis, dan efisien.

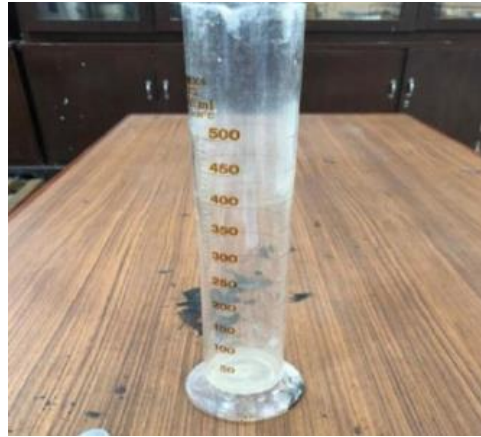


Gambar 3.12: Sekop tangan.

12. Gelas Ukur

Gelas ukur yang digunakan berbahan plastik transparan dengan kapasitas maksimal 500 ml dan dilengkapi skala pengukuran dalam satuan mililiter (ml). Alat ini berfungsi untuk mengukur volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan

campuran mortar agar sesuai dengan komposisi perbandingan yang telah ditentukan.



Gambar 3.13: Gelas ukur.

13. Ember

Ember yang digunakan berbahan plastik tebal dengan kapasitas sekitar 20 liter. Ember berfungsi sebagai wadah untuk menampung air, mengangkut material seperti pasir dan semen, serta tempat mencampur adukan mortar sebelum dituangkan ke dalam cetakan.



Gambar 3.14: Ember.

14. Plastik ukuran 5 kg

Plastik yang digunakan untuk menyimpan bahan yang akan ditimbang.



Gambar 3.15: Plastik.

15. Pan

Pan yang digunakan berbentuk persegi dengan bahan baja tipis yang kuat. Digunakan untuk meletakkan bahan atau agregat yang akan dicuci.



Gambar 3.16: Pan.

16. Oven

Oven yang digunakan merupakan oven laboratorium dengan sistem pemanas listrik dan pengatur suhu otomatis. Alat ini berfungsi untuk mengeringkan agregat halus maupun benda uji pada suhu sekitar 105°C – 110°C .



Gambar 3. 17: Oven.

17. Sarung tangan

Sarung tangan yang digunakan berbahan katun tebal. Fungsinya adalah untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan bahan kimia seperti semen maupun benda tajam saat proses pencampuran dan pembuatan benda uji mortar. Dengan sarung tangan, tangan jadi lebih aman, bersih, dan terhindar dari resiko luka kecil maupun iritasi kulit.



Gambar 3.18: Sarung tangan.

18. Masker

Masker digunakan untuk melindungi pernapasan dari debu semen, pasir, atau abu ampas tebu. Alat ini penting supaya kerja di lab lebih aman dan terhindar dari gangguan pernapasan.



Gambar 3.19: Masker.

19. Kuas.

Kuas dalam pembuatan mortar dipakai buat bersihin cetakan dari sisa adukan, ngeratain permukaan mortar, atau bantu finishing biar hasilnya lebih rapi.



Gambar 3.20: Kuas.

3.4.2 Bahan

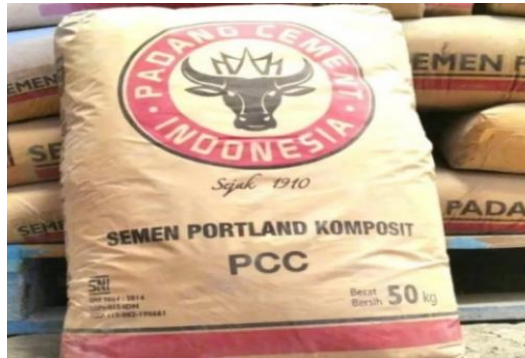
Komponen bahan pembentuk mortar yang digunakan yaitu:

1. Semen Padang tipe 1 (Semen Portland Komposit)

Jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland Komposit (Portland Composite Cement/PCC) merek Semen Padang yang diproduksi oleh PT Semen Padang. Semen ini dipilih karena memiliki ketersediaan yang luas, mutu yang konsisten, serta sesuai dengan standar SNI 7064:2014 tentang Semen Portland Komposit.

Dalam proses pembuatan mortar, Semen Padang dipakai sebagai bahan utama

pengikat yang dicampur dengan pasir halus dan air. Pasir dan semen dicampur dulu dalam kondisi kering sampai merata, baru kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai adonannya pas dan mudah diaplikasikan.



Gambar 3.21: Semen PCC (*Portland Composite Cement*).

2. Pasir

Pasir untuk pembuatan mortar dibeli dari penjual material bangunan. Setelah pasir dibeli, perlu disaring atau diayak dulu menggunakan saringan no.4 supaya butiran kasar, kerikil kecil, atau kotoran seperti ranting dan sampah bisa terpisah. Dengan cara itu, pasir yang dipakai jadi lebih halus dan seragam sehingga hasil mortar lebih padat, kuat, dan rapi saat diaplikasikan. Pasir ini berfungsi sebagai agregat halus dalam campuran mortar, dan dipilih karena memiliki butiran yang cukup halus, bersih, serta memenuhi standar SNI 03-6820-2002 tentang agregat halus untuk mortar.



Gambar 3.22: Pasir.

3. Air

Air yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini berasal dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Air punya berperan sebagai bahan yang mengikat semen dan pasir supaya bisa menyatu jadi adonan yang plastis. Air ditambahkan sedikit demi sedikit setelah pasir dan semen tercampur kering, lalu diaduk sampai adonannya rata dan tidak terlalu kental ataupun terlalu cair.



Gambar 3.23: Air.

4. Abu Ampas Tebu

Ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari limbah padat hasil proses ekstraksi sari tebu. Setelah dikumpulkan, ampas tebu dalam kondisi basah terlebih dahulu dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Proses pengeringan dilakukan secara alami dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama 2–3 hari hingga ampas benar-benar kering dan siap untuk dibakar. Pengeringan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran serta menghasilkan abu dengan kualitas yang baik. Untuk menghasilkan abu ampas tebu. Setelah proses pengeringan selesai, ampas tebu dibakar. Abu ampas tebu yang telah dibakar didiamkan selama 24 jam agar mendapatkan hasil abu yang maksimal sehingga bisa digunakan dalam kombinasi penelitian ini. Setelah pembakaran selesai, abu yang dihasilkan didinginkan secara alami di udara terbuka hingga mencapai suhu ruang. Abu kemudian diayak menggunakan saringan No 200 untuk memperoleh partikel halus. Warna abu ampas tebu cenderung hitam. Abu halus hasil penyaringan kemudian disimpan dalam wadah tertutup yang kering hingga siap digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran mortar.



Gambar 3.24: Abu ampas tebu.

5. Ijuk

Ijuk yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari pembelian secara mandiri di toko-toko yang menjual ijuk. Sebelum dicampurkan ke dalam mortar, serat ijuk terlebih dahulu melalui proses pembersihan dan pengolahan awal untuk memastikan kebersihan. Pembersihan dilakukan dengan cara mencuci serat menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran, debu, dan minyak alami yang menempel pada permukaan serat. Setelah itu, serat dijemur di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Setelah proses pengeringan, serat ijuk kemudian dipotong menjadi potongan pendek dengan panjang yang sama, yaitu sekitar 5 cm. Serat ijuk yang telah siap kemudian dicampurkan ke dalam adukan mortar dengan variasi persentase tertentu terhadap berat semen.



Gambar 3.25: Ijuk.

3.6 Pemeriksaan Bahan

3.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaannya berat jenis dan penyerapan agregat halus:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengeringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Memasukkan contoh agregat halus kedalam cetakan kerucut pasir, lalu memadatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi-sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Memasukkan air kedalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
5. Membuang air dari piknometer.
6. Memasukkan contoh agregat sebanyak 500gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.
7. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
9. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam ± 24 jam piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

Dengan rumus sebagai berikut

Berat contoh SSD (B)

Berat contoh SSD kering oven (110°) (E)

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)

a. Berat jenis contoh kering =
$$\frac{E}{(B+D-C)}$$

b. Berat jenis contoh SSD =
$$\frac{B}{(B+D-C)}$$

- c. Berat jenis contoh semu = $\frac{E}{(E+D-C)}$
- d. Penyerapan = $\frac{(B-E)}{E} \times 100\%$

3.6.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Ampas Tebu

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu ampas tebu berfungsi menentukan berat jenis abu ampas tebu dalam keadaan SSD. Abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lolos saringan no.100.

Peralatan:

- Piknometer
- Oven
- Ember
- Penyangga kaki tiga
- Komporspirit

Bahan:

- Abu ampas tebu
- Air

Prosedur:

- Mempersiapkan alat dan bahan.
- Timbang piknometer dalam keadaan kosong, kemudian isi piknometer dengan air lalu timbang kembali.
- Keluarkan air dari piknometer kemudian masukkan sampel abu ampas tebu seberat 50 gram.
- Isi air kembali piknometer yang berisi sampel dengan corong hingga terisi penuh.
- Panaskan piknometer yang berisi sampel dan air 3 x 5 menit. Setiap 5 menit sekali, angkat piknometer lalu goyang piknometer secara perlahan agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar.
- Setelah tidak ada gelembung udara lagi, tambahkan air pada piknometer hingga batas garis lalu ditimbang. Kemudian biarkan piknometer hingga mencapai suhu ruang.

- g. Rendam piknometer di dalam ember dan didiamkan selama ± 24 jam.
- h. Setelah 24 jam, keluarkan piknometer yang berisi sampel lalu dituangkan ke dalam wadah yang telah ditimbang hingga tidak ada sampel abu ampas tebu yang tertinggal di piknometer.
- i. Masukkan wadah ke dalam oven dengan suhu $105 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
- j. Setelah 24 jam di dalam oven maka didiamkan hingga mencapai suhu ruangan kemudian ditimbang.
- k. Perhitungan:
 - a. Berat jenis contoh kering $= \frac{E}{(B+D-C)}$
 - b. Berat jenis contoh SSD $= \frac{B}{(B+D-C)}$
 - c. Berat jenis contoh semu $= \frac{E}{(E+D-C)}$
 - d. Penyerapan $= \frac{(B-E)}{E} \times 100\%$

3.6.3 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air agregat halus berfungsi mengetahui kadar air yang terkandung dalam pasir.

1. Peralatan:
 - a. Oven
 - b. Timbang digital
 - c. Saringan no 4 untuk agregat halus
 - d. Wadah
 - e. Pan
 - f. Sekop tangan
 - g. Sekrap
 - h. Masker
 - i. Sarung tangan
2. Bahan:
 - a. Pasir
3. Prosedur:
 - a. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.

- b. Menyaring sampel agregat halus yang lolos saringan no.4 sebesar 500 gram.
 - c. Menimbang wadah yang akan digunakan sebagai wadah saat akan dimasukkan ke dalam oven.
 - d. Mengambil contoh bahan saringan no.4 kemudian memasukkan ke dalam wadah dan menimbang nya.
 - e. Mengeringkan contoh bahan ke dalam oven sampai halus konstan dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
 - f. Mengeluarkan contoh bahan dari oven lalu mendinginkannya hingga mencapai suhu ruang lalu ditimbang.
4. Perhitungan:
- a. Kadar air
$$= \frac{(w1)-(w2)}{(w2)-(w3)} \times 100\%$$

3.6.4 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus berfungsi menentukan persentase lumpur yang terkandung dalam agregat.

1. Peralatan:
 - a. Saringan no.4
 - b. Timbangan digital
 - c. Oven
 - d. Kain lap
 - e. Ember
 - f. Wadah
 - g. Sekop tangan
 - h. Pan
 - i. Sarung tangan
2. Bahan:
 - a. Agregat halus (pasir)
3. Prosedur:
 - a. Menyiapkan alat dan bahan.
 - b. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No.4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.
 - c. Menimbang berat contoh setelah diayak.

- d. Mengambil air dengan ember untuk mencuci agregat.
- e. Mencuci contoh bahan tersebut dengan air bersih yang telah disiapkan, lalu menyaringnya dengan saringan No.200 dan masukkan kedalam wadah.
- f. Melakukan prosedur nomor 4 dan nomor 5 secara berulang-ulang supaya tidak mengandung kadar lumpur lagi.
- g. Memasukkan benda uji kedalam oven selama ± 24 jam hingga berat konstan.
- h. Mengeluarkan contoh bahan yang telah dioven selama ± 24 jam, lalu mendinginkan beberapa saat, lalu ditimbang.
- i. Menghitung persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah mencucinya.

3.6.5 Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi digunakan untuk menentukan isi nilai kepadatan massal agregat yang diperlukan dan digunakan untuk proporsi campuran beton.

1. Peralatan:

- a. Timbangan digital
- b. Tongkat pemadat
- c. Mistar perata
- d. Sekop
- e. Ember
- f. Pan
- g. Oven
- h. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder
- i. Sarung tangan
- j. Ayakan

2. Bahan:

- a. Agregat halus (pasir)

3. Prosedur:

Langkah-langkah pengerjaan berat isi aggregate halus:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan.
- b. Agregat dalam kondisi kering oven.
- c. Meletakkan aggregate halus kedalam pan.

- d. Menimbang wadah baja dan mengukur dimensi wadah untuk mengetahui volume wadah kemudian mencatatnya.
 - e. Menurut SNI 03-4804-(1998) ada 3 metode yaitu: cara lepas/gembur, cara penusukan, dan cara penggoyangan.
 - Cara lepas
 1. Memasukan contoh bahan kedalam wadah besi hingga penuh menggunakan sekop tangan (dengan cara jatuh bebas dari ketinggian 5 cm diatas wadah).
 2. Setelah penuh kemudian meratakan permukaan wadah dengan mistar perata.
 3. Kemudian menimbangya benda uji + wadah) dan mencatatnya.
 - Cara penusukan
 1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menusuknya dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian yang penuh.
 2. Menambahkan kembali benda uji kedalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya dengan mistar Perata.
 3. Kemudian menimbangya (benda uji + wadah) dan mencatatnya.
 - Cara penggoyangan
 1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menggoyangkan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah secara bergantian sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian penuh.
 2. Menambah Kembali benda uji kedalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya menggunakan mistar Perata.
 3. Kemudian menimbang dan mencatatnya.
4. Perhitungan:
- a. Berat isi = $\frac{\text{Berat contoh}}{\text{volume wadah}}$

3.7 Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Mix Design

Mix design merupakan penetapan komposisi dari setiap komponen yang

masuk ke pembuatan ferosemen untuk menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan kekuatan dan daya tahan yang diinginkan dan memiliki kemampuan pengerjaan yang diperlakukan agar proses kerja yang mudah. Pada penelitian ini abu ampas tebu digunakan sebagai bahan alternative menggantikan sebagian semen sebanyak 48 sampel dengan variasi pembagian yang berbeda-beda sebesar 2%, 5%, 7,5%, dan 10%.

Pada penelitian ini juga menggunakan ijuk sebagai bahan tambahan mortar sebanyak 24 sampel dengan variasi yang berbeda-beda dengan variasi 0,1%, 0,5% dan 1%.

Untuk nilai rasio air-semen atau dikenal dengan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,35 dan 0,40, untuk semen dan pasir digunakan rasio 1:4. Untuk lebih jelasnya jumlah sampel benda uji yang akan dibuat terdapat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.1: Mix Design FAS 0,35.

No	Test	FAS	Semen	Pasir	AAT	Serat Ijuk	Tes (cm)	Metode <i>reinforcement</i>	Jumlah Sampel
1	Normal	0,35	1	4	-	-	Kubus 5x5x5	-	3
2	Tes 1.A	0,35	98%	4	2%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,35	95%	4	5%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,35	92,5%	4	7,5%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,35	90%	4	10%	-	Kubus 5x5x5	-	3
3	Tes 1.B	0,35	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	0,1%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
		0,35	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	0,5%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
		0,35	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	1%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
Total Sampel									24

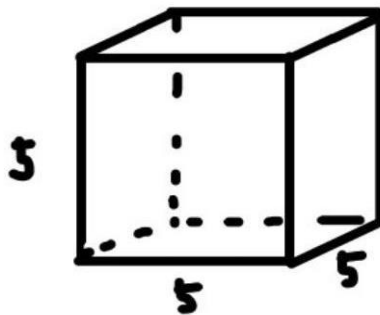
Tabel 3.2: Mix Design FAS 0,40.

No	Test	FAS	Semen	Pasir	AAT	Serat Ijuk	Tes (cm)	Metode reinforcement	Jumlah Sampel
----	------	-----	-------	-------	-----	------------	----------	----------------------	---------------

1	Normal	0,40	1	4	-	-	Kubus 5x5x5	-	3
2	Tes 1.A	0,40	98%	4	2%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,40	95%	4	5%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,40	92,5%	4	7,5%	-	Kubus 5x5x5	-	3
		0,40	90%	4	10%	-	Kubus 5x5x5	-	3
3	Tes1.B A	0,40	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	0,1%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
		0,40	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	0,5%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
		0,40	Test 1.A Opt	4	Test 1.A Opt	1%	Kubus 5x5x5	Sebar	3
		Total Sampel							24

Acuan: SNI 03-6882-2002 (Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan)

ASTM C109.



Gambar 4.1: Cetakan mortar.

Menghitung campuran mortar dengan perbandingan 1:4

Berat cetakan mortar = 5.300 gram

Volume Cetakan Mortar = $0,05 \times 0,05 \times 0,05$
 $= 0,000125 \text{ m}^3$

Berat isi semen = 1250 kg/m^3

Berat isi pasir = 1400 kg/m^3

Volume jenis air = 1000 kg/m^3

$$\text{Volume total} = 1 \text{ m}^3$$

Perbandingan semen dan pasir adalah 1 semen : 4 pasir

Penyebutan pasir dan semen disamakan = x

$$x + 4x = 1 \text{ m}^3$$

$$5x = 1 \text{ m}^3$$

$$x = 0,2 \text{ m}^3$$

Jumlah semen yang digunakan untuk 1 m³

$$\text{Semen 1} = 1 \times 0,25 = 0,75$$

$$\begin{aligned} \text{Semen x berat isi semen} &= 0,2 \times 1250 \\ &= 250 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jumlah pasir yang digunakan untuk 1 m³

$$\text{Pasir 4} = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir x berat isi pasir} &= 0,8 \times 1400 \\ &= 1120 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jumlah air yang digunakan untuk 1 m³ (FAS 0,35)

$$\begin{aligned} \text{Air (Ls)} &= \text{jumlah semen} \times 0,35 \\ &= 250 \times 0,35 \\ &= 87,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jumlah air yang digunakan untuk 1 m³ (FAS 0,40)

$$\begin{aligned} \text{Air (Ls)} &= \text{jumlah semen} \times 0,40 \\ &= 250 \times 0,40 \\ &= 100 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.7.2 Pembuatan Benda Uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji kuat tekan dengan variasi campuran serat ijuk dan abu ampas tebu sebagai berikut:

1. Menyiapkan segala peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian.
2. Mengumpulkan material atau bahan percobaan serta kombinasi sesuai dengan perhitungan.
3. Mengayak agregat halus untuk setiap ukuran saringan sampai mendapatkan

agregat yang sesuai dengan perhitungan.

4. Mengumpulkan agregat halus sesuai dengan analisa saringan.
5. Membersihkan cetakan menggunakan sekrap dan kain lap.
6. Kemudian merakit cetakan dan menguncinya dengan erat sehingga tidak ada satu baut pun yang longgar.
7. Mengoles/melapisi bagian dalam cetakan dengan pelumas oli secukupnya.
8. Menyiapkan agregat halus, semen, air serta bahan campuran kombinasi abu ampas tebu sebagai substitusi sebagian semen dengan berbagai variasi persen yang akan dicampur ke dalam pengujian kuat tekan pertama.
9. Sebelum memulai pengadukan pastikan semua bahan sudah tersedia sesuai dengan campuran kombinasi.
10. Semua bahan dimasukkan ke dalam ember dan diaduk sampai semua menyatu.
11. Lalu masukkan ke dalam cetakan yang telah diberi oli lalu memukul-mukul cetakan dengan palu karet sebanyak seperlu nya sehingga campuran di dalam cetakan menjadi padat dan tidak berongga (sampai gelembung udaranya lepas).
12. Meratakan campuran dengan mistar perata agar terlihat rapi.
13. Mendinginkan benda uji mortar selama 2 hari.
14. Merendam benda uji selama 28 hari di dalam bak perendam.
15. Melakukan uji kuat tekan tahap pertama dengan campuran abu ampas tebu.
16. Setelah didapat kuat tekan yang optimal maka selanjutnya melakukan uji kuat tekan tahap kedua dengan penambahan variasi serat dengan abu ampas tebu.
17. Kemudian didapat variasi penambahan serat dan abu ampas tebu dengan nilai kuat tekan tertinggi.
18. Percobaan selesai.

3.7.3 Perawatan Benda Uji

Setelah pembuatan benda uji, maka diperoleh perendaman benda uji yang berdasarkan ketentuan ASTM C31-91. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur 28 hari. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perendaman benda uji 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.
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan benda uji tersebut pada umur 28 hari, lalu angkat.
6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.

3.7.4 Kuat Tekan

1. Pengujian terhadap mortar dilakukan pada umur 28 hari.
2. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran panjang 5.00 cm, lebar 5,00 cm, dan tinggi 5,00 cm.
3. Menimbang benda uji yang sebelumnya yang telah direndam sampai umur yang telah ditentukan.
4. Setelah itu benda uji diletakkan pada mesin penekan.
5. Kemudian benda uji ditekan dengan penambahan besarnya gaya tetap sampai benda uji pecah.
6. Lalu pada saat pecah, dicatat besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang akan dilakukan pada penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal, SNI, ASTM, dan buku panduan praktikum yang dikumpulkan untuk menjadi referensi dalam pelaksanaan penelitian ini.

4.1 Pemeriksaan Abu Ampas Tebu

4.1.1. Berat Jenis dan Penyerapan

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus, diperoleh nilai rata-rata berat jenis bulk sebesar $0,35 \text{ gr/cm}^3$, berat jenis SSD sebesar $0,52 \text{ gr/cm}^3$, dan berat jenis semu sebesar $0,42 \text{ gr/cm}^3$. Selain itu, nilai daya serap (absorption) rata-rata sebesar 50,87% menunjukkan bahwa agregat memiliki porositas yang tinggi dan mudah menyerap air.

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan air abu ampas tebu didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu ampas tebu.

Agregat Halus	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
$B_j \text{ Bulk} = (E / (B+D-C))$	0,31	0,39	0,35	gr/cm^3
$B_j \text{ SSD} = (B / (B+D-C))$	0,52	0,52	0,52	gr/cm^3
$B_j \text{ Semu} = (E / (E+D-C))$	0,4	0,45	0,42	gr/cm^3
Absorption $[(B-E) / E] \times 100\%$	66,6	35,14	50,87	%

4.2 Pemeriksaan Benda Uji Mortar

4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis mortar adalah untuk mengetahui karakteristik fisik dan performa mortar, seperti kuat tekan, ketahanan terhadap cuaca dan efisiensi penggunaan bahan. Untuk lebih jelasnya pengujian berat jenis mortar pada table dibawah ini :

Tabel 4. 1: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan Pertama FAS 0,35.

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (g)	Berat wadah ukur (g)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (g/m ³)
AAT	Code	1	2	3	4=1-2/3
Normal	S1	2006,6	1766,6	0,000125	1920
	S2	2004,6	1766,6	0,000125	1904
	S3	2001,6	1766,6	0,000125	1880
2%	S1	1994,6	1766,6	0,000125	1824
	S2	1986,6	1766,6	0,000125	1760
	S3	1991,6	1766,6	0,000125	1800
5%	S1	1969,6	1766,6	0,000125	1624
	S2	1979,6	1766,6	0,000125	1704
	S3	1981,6	1766,6	0,000125	1720
7,5%	S1	2011,6	1766,6	0,000125	1960
	S2	2006,6	1766,6	0,000125	1920
	S3	1996,6	1766,6	0,000125	1840
10%	S1	1989,6	1766,6	0,000125	1784
	S2	1999,6	1766,6	0,000125	1864
	S3	1994,6	1766,6	0,000125	1824

Tabel 4. 2: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan FAS 0,40.

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (g)	Berat wadah ukur (g)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (g/m ³)
AAT	Code	1	2	3	4=1-2/3
Normal	S1	2011,6	1766,6	0,000125	1960
	S2	2014,6	1766,6	0,000125	1984
	S3	2006,6	1766,6	0,000125	1920

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (g)	Berat wadah ukur (g)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (g/m ³)
2%	S1	1976,6	1766,6	0,000125	1824
	S2	1984,6	1766,6	0,000125	1744
	S3	1981,6	1766,6	0,000125	1720
5%	S1	1999,6	1766,6	0,000125	1864
	S2	1994,6	1766,6	0,000125	1824
	S3	1991,6	1766,6	0,000125	1800
7,5%	S1	2009,6	1766,6	0,000125	1944
	S2	2014,6	1766,6	0,000125	1984
	S3	2009,6	1766,6	0,000125	1944
10%	S1	1999,6	1766,6	0,000125	1864
	S2	1999,6	1766,6	0,000125	1864
	S3	1999,6	1766,6	0,000125	1864

Penambahan AAT dalam jumlah kecil (2–5%) cenderung menurunkan berat jenis karena dominasi sifat ringan abu, sedangkan pada dosis optimum (sekitar 7,5%) abu dapat berfungsi efektif sebagai filler yang meningkatkan kepadatan mortar. Namun, apabila penambahan terlalu besar (10%), kualitas ikatan berkurang sehingga berat jenis kembali menurun. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa penggunaan bahan pozzolan atau limbah berbentuk abu hanya efektif pada dosis optimum, karena jumlah yang terlalu banyak justru menurunkan kepadatan dan kekuatan mortar.

Tabel 4. 3: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan Kedua FAS 0,35.

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (g)	Berat wadah ukur (g)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (g/m ³)
AAT 2%	Code	1	2	3	4=1-2/3
SI 0,1%	S1	1989,6	1766,6	0,000125	1784
	S2	1991,6	1766,6	0,000125	1800
	S3	1976,6	1766,6	0,000125	1680
SI 0,5%	S1	1971,6	1766,6	0,000125	1824
	S2	1989,6	1766,6	0,000125	1784
	S3	1986,6	1766,6	0,000125	1760
SI 1%	S1	1936,6	1766,6	0,000125	1360
	S2	1946,6	1766,6	0,000125	1440
	S3	1946,6	1766,6	0,000125	1440

Tabel 4. 4: Berat Jenis Benda Uji Kuat Tekan Kedua FAS 0,40.

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (g)	Berat wadah ukur (g)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (g/m ³)
AAT 5%	Code	1	2	3	4=1-2/3
SI 0,1%	S1	1996,6	1766,6	0,000125	1840
	S2	2006,6	1766,6	0,000125	1920
	S3	1989,6	1766,6	0,000125	1784
SI 0,5%	S1	1949,6	1766,6	0,000125	1464
	S2	1971,6	1766,6	0,000125	1640
	S3	1976,6	1766,6	0,000125	1680
SI 1%	S1	1951,6	1766,6	0,000125	1480
	S2	1954,6	1766,6	0,000125	1504
	S3	1964,6	1766,6	0,000125	1584

Penambahan SI berpengaruh terhadap berat jenis mortar. Pada kadar SI 0,1%, berat jenis relatif tinggi, menunjukkan mortar yang lebih padat. Pada kadar SI 0,5%, nilai masih cukup stabil dan dalam beberapa kasus lebih tinggi dibandingkan 0,1%. Namun, pada kadar SI 1% terjadi penurunan signifikan, sehingga mortar menjadi lebih ringan dan berpori. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan SI dalam jumlah kecil lebih optimal untuk menjaga kerapatan mortar, sedangkan dosis berlebih justru menurunkan berat jenis.

4.2.2 Penyerapan Mortar (*Absorpsi*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang bisa diserap oleh mortar. Hal ini penting karena penyerapan air dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan mortar dalam jangka panjang. Untuk pengujian penyerapan pada mortar terdapat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 5: Penyerapan Benda Uji Kuat Tekan Pertama FAS 0,35.

Variasi		Berat sampel basah (kg/m ³)	Berat sampel kering (kg/m ³)	Penyerapan (Absorpsi) (kg/m ³)	Rata-rata
AAT	Code	1	2	(1-2)/2x100%	4
Normal	S1	250	230	0,086956	0,095651
	S2	250	225	0,111111	
	S3	245	225	0,088888	
2%	S1	245	210	0,166666	0,187262
	S2	240	200	0,2	
	S3	245	205	0,195121	
5%	S1	225	180	0,25	0,230656
	S2	235	190	0,236842	
	S3	235	195	0,205128	
7,5%	S1	255	235	0,085106	0,087657
	S2	250	230	0,086956	
	S3	240	220	0,090909	
10%	S1	235	210	0,119047	0,100288
	S2	245	220	0,113636	
	S3	235	220	0,068181	

Tabel 4. 6: Penyerapan Benda Uji Kuat Tekan Pertama FAS 0,40

Variasi		Berat sampel basah (kg/m ³)	Berat sampel kering (kg/m ³)	Penyerapan (Absorpsi) (kg/m ³)	Rata-rata
AAT	Code	1	2	(1-2)/2x100%	4
Normal	S1	255	235	0,085106	0,092814
	S2	260	235	0,106382	
	S3	250	230	0,086956	
2%	S1	240	180	0,333333	0,336336
	S2	250	185	0,351351	
	S3	245	185	0,324324	
5%	S1	250	215	0,162790	0,157437
	S2	245	210	0,166666	
	S3	240	210	0,142857	
7,5%	S1	255	230	0,108695	0,123188
	S2	265	230	0,152173	
	S3	255	230	0,108695	
10%	S1	250	215	0,162790	0,16279
	S2	250	215	0,162790	
	S3	250	215	0,162790	

Nilai penyerapan mortar bervariasi sesuai dengan kadar AAT yang digunakan. Pada variasi normal, penyerapan relatif rendah dengan rata-rata sekitar 0,09–0,093, menunjukkan mortar cukup padat dan tidak banyak menyerap air. Pada variasi 2%, penyerapan meningkat tajam dengan rata-rata sekitar 0,187–0,336, menandakan mortar lebih berpori. Pada variasi 5%, nilai penyerapan menurun kembali di kisaran 0,157–0,231, sedangkan pada variasi 7,5% penyerapan lebih rendah yaitu sekitar 0,088–0,123 sehingga mortar lebih rapat. Pada variasi 10%, nilai penyerapan berada pada tingkat sedang yaitu 0,100–0,163. Secara keseluruhan, penyerapan tertinggi terjadi pada variasi 2%, sedangkan yang terendah

terdapat pada variasi normal dan 7,5%, menunjukkan perbedaan tingkat kerapatan mortar pada tiap variasi. Penyebab perbedaan nilai penyerapan pada mortar terutama dipengaruhi oleh struktur pori dan kepadatan yang terbentuk dari campuran.

Tabel 4. 7: Penyerapan benda uji kuat tekan kedua FAS 0,35.

Variasi		Berat sampel basah (kg/m ³)	Berat sampel kering (kg/m ³)	Penyerapan (Absorpsi) (kg/m ³)	Rata-rata
AAT 2%	Code	1	2	(1-2)/2x100%	4
SI 0,1%	S1	245	220	0,113636	0,118831
	S2	240	210	0,142857	
	S3	220	200	0,1	
SI 0,5%	S1	220	190	0,157894	0,156967
	S2	245	210	0,166666	
	S3	235	205	0,146341	
SI 1%	S1	180	160	0,125	0,141488
	S2	190	170	0,117647	
	S3	195	165	0,181818	

Tabel 4. 8: Penyerapan benda uji kuat tekan kedua FAS 0,40.

Variasi		Berat sampel basah (kg/m ³)	Berat sampel kering (kg/m ³)	Penyerapan (Absorpsi) (kg/m ³)	Rata-rata
AAT 5%	Code	1	2	(1-2)/2x100%	4
SI 0,1%	S1	245	215	0,139534	0,129715
	S2	255	225	0,133333	
	S3	240	215	0,116279	
	S1	200	175	0,142857	

SI 0,5%	S2	220	190	0,157894	0,151532
	S3	225	195	0,153846	

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Variasi		Berat sampel basah (kg/m ³)	Berat sampel kering (kg/m ³)	Penyerapan (Absorpsi) (kg/m ³)	Rata-rata
SI 1%	S1	190	175	0,085714	0,133430
	S2	205	170	0,205882	
	S3	255	230	0,108695	

Penyerapan mortar dipengaruhi oleh kadar SI yang ditambahkan. Pada FAS 0,35 (AAT 2%), penyerapan tertinggi terjadi pada SI 0,5% dengan rata-rata sekitar 0,157, sedangkan penyerapan lebih rendah terdapat pada SI 0,1% dan SI 1%. Pola serupa juga terlihat pada FAS 0,40 (AAT 5%), di mana penyerapan tertinggi terjadi pada SI 0,5% (0,152), sedangkan nilai lebih rendah ditunjukkan oleh SI 0,1% dan 1%. Penyebab perbedaan penyerapan tersebut terutama dipengaruhi oleh jumlah dan distribusi pori dalam mortar akibat variasi kadar SI. Dengan demikian, perbedaan nilai penyerapan terutama disebabkan oleh ketidakseimbangan antara efek filler, reaksi pozzolan, dan terbentuknya pori pada campuran.

4.2.3 Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tekan Mortar

Nilai kuat tekan pada mortar merupakan salah satu parameter utama untuk menilai kualitas dan kekuatan mortar dalam menahan beban tekan. Pengujian kuat tekan mortar dalam penelitian adalah untuk mengetahui sejauh mana campuran mortar mampu menahan beban tekan sesuai dengan standar yang berlaku. Untuk pengujian penyerapan pada mortar terdapat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9: Kuat tekan variasi abu ampas tebu.

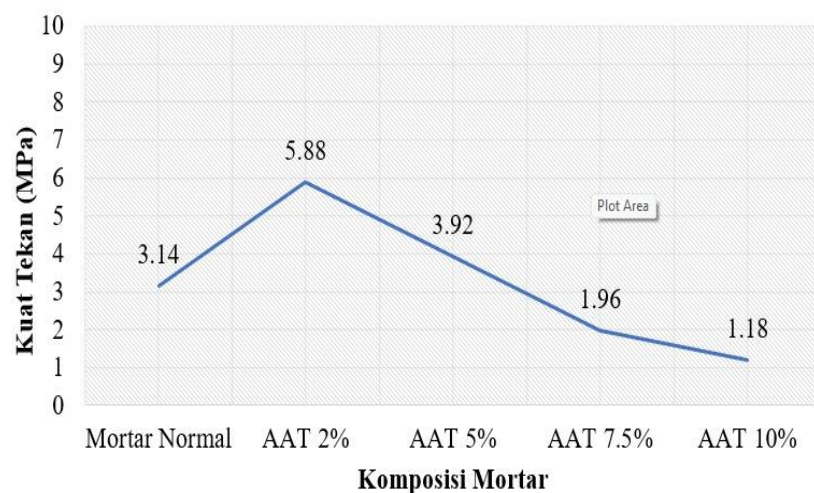
FAS	Variasi	Umur (Hari)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (MPa)
-----	---------	-------------	---	---------------------	---------------------

0,35	Normal	28	2500	0,8	3,14
	AAT 2%	28	2500	1,5	5,89
	AAT 5%	28	2500	1	3,92

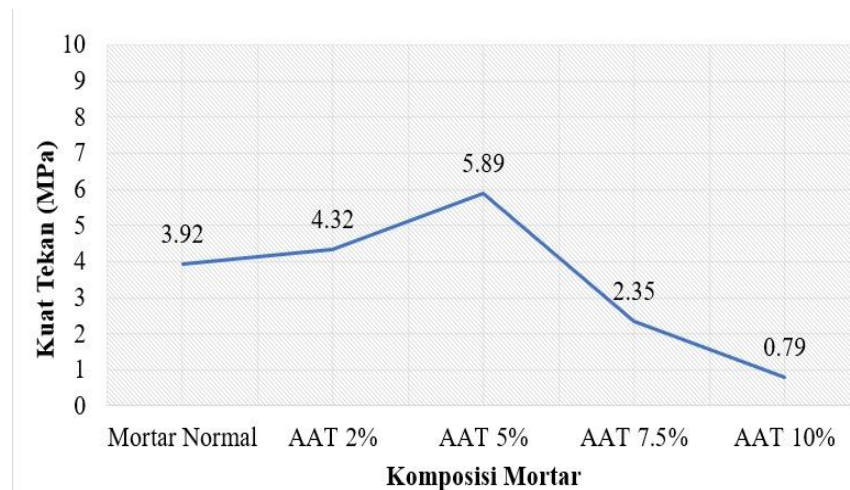
Tabel 4.9: *Lanjutan.*

FAS	Variasi	Umur (Hari)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (MPa)
0,35	AAT 7,5%	28	2500	0,5	1,96
	10%	28	2500	0,3	1,18
0,40	Normal	28	2500	1	3,92
	AAT 2%	28	2500	1,1	4,32
	AAT 5%	28	2500	1,5	5,89
	AAT 7,5%	28	2500	0,6	2,35
	10%	28	2500	0,2	0,79

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar dengan variasi abu ampas tebu (AAT) . Pada FAS 0,35, nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan AAT 2%, sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada variasi AAT 10%. Hal serupa juga terjadi pada FAS 0,40, di mana nilai kuat tekan optimum juga dicapai pada variasi AAT 5%, sementara nilai terendah terdapat pada variasi AAT 10%.



Gambar 4.2: Nilai Kuat Tekan FAS 0,35.

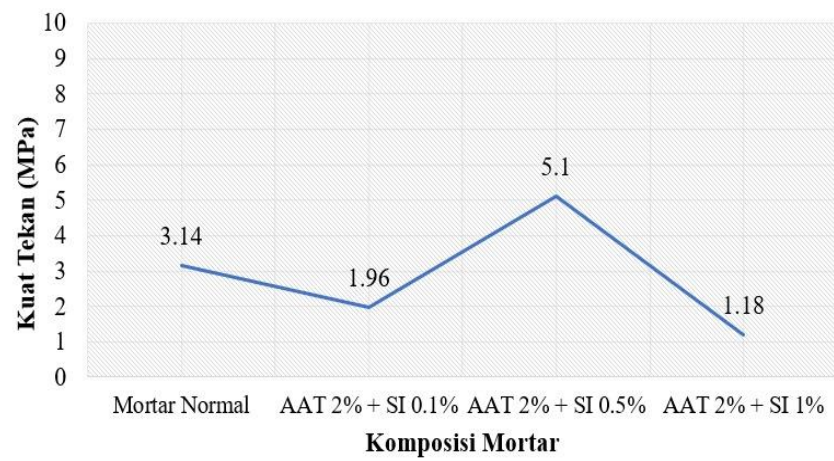


Gambar 4. 3 Nilai kuat tekan mortar FAS 0,40.

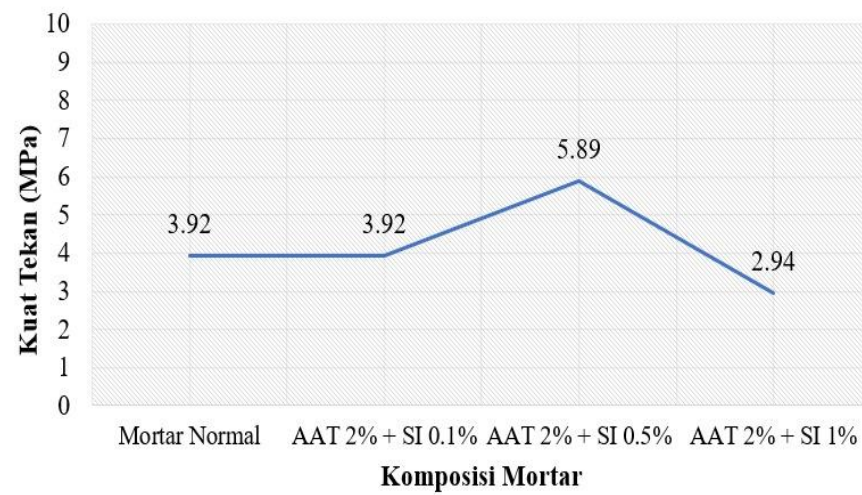
Tabel 4.10: Variasi kuat tekan abu ampas tebu dan serat ijuk (SI)

FAS	Variasi	Umur (Hari)	Luas Penampang (mm ²)	Kuat Tekan (Ton)	Kuat Tekan (MPa)
0,35	AAT 2% SI 0,1%	28	2500	1,5	1,96
	AAT 2% SI 0,5%	28	2500	1	5,1
	AAT 2% SI 1%	28	2500	0,5	1,18
0,40	AAT 5% SI 0,1%	28	2500	1,1	3,92
	AAT 5% SI 0,5%	28	2500	1,5	5,89
	AAT 7,5% SI 1%	28	2500	0,6	2,94

Kombinasi abu ampas tebu (AAT) dan serat ijuk (SI) memberikan pengaruh berbeda terhadap kuat tekan mortar. Pada FAS 0,35, penambahan AAT 2% + SI 0,1% menghasilkan kuat tekan tertinggi, sedangkan dengan SI 1% justru turun. Penyebabnya adalah karena AAT pada kadar rendah masih bereaksi secara pozzolan sehingga memperkuat ikatan, dan serat ijuk dalam jumlah kecil membantu menahan retakan. Namun, jika kadarnya terlalu tinggi, jumlah semen berkurang, campuran jadi kurang homogen, serta porositas meningkat, sehingga kuat tekan mortar menurun.



Gambar 4.4: Nilai kuat tekan mortar FAS 0,35.



Gambar 4.5: Nilai kuat tekan mortar FAS 0,40.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada FAS 0,35 kekuatan mortar tertinggi diperoleh pada AAT 2% dengan nilai 5,89 MPa dan pada FAS 0,40 kekuatan mortar tertinggi diperoleh pada AAT 5% dengan nilai 5,89 MPa. Kekuatan mortar menurun secara signifikan ketika persentase AAT ditingkatkan menjadi 7,5%, dan 10%, kekuatan mortar lebih rendah. Penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti semen sebagian berpengaruh terhadap kekuatan mortar. Kadar optimal abu ampas tebu berbeda-beda tergantung pada FAS, yaitu 2% untuk FAS 0,35 dan 5% untuk FAS 0,40. Diluar kadar tersebut, kekuatan mortar menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan AAT dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan kekuatan mortar, namun jika komposisinya terlalu tinggi justru menurunkan kuat tekan karena berkurangnya kandungan semen sebagai pengikat utama.
2. Pada FAS 0,35 dengan AAT 2%, penambahan serat ijuk 0,55 menghasilkan peningkatan kekuatan mortar (5,10 MPa) dibandingkan tanpa serat (5,88 MPa) maupun dengan serat 0,1% dan 1% yang memiliki nilai kekuatan lebih rendah. Pada FAS 0,40 dengan AAT 2%, penambahan serat ijuk 0,5% juga memberikan nilai kuat tekan tertinggi (5,89 MPa) dibandingkan dengan serat 0,1% maupun 1%. Penambahan serat ijuk dalam kadar 0,5% dapat meningkatkan kekuatan mortar dengan abu ampas tebu sebagai pengganti semen sebagian. Kadar serat ijuk yang terlalu rendah (0,1%) atau terlalu tinggi (1%) menurunkan kekuatan mortar.

5.2 Saran

1. Melakukan pengujian lanjutan pada variasi kadar abu ampas tebu dan serat ijuk di antara nilai yang diuji (misal antara 2% - 5% AAT dan 0,3% - 0,7% SI) untuk mencari kombinasi yang lebih optimal.
2. Melakukan uji sifat mekanik lain seperti daya tahan terhadap retak, pengaruh terhadap daya tahan udara, dan ketahanan terhadap beban lentur.

3. Memanfaatkan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen sebagian untuk mengurangi penggunaan semen sebagian untuk mengurangi penggunaan semen dan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, N. (2015). Pengaruh Kehalusan Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Universtas Islam Negeri Alauddin*, 21(1), 1–9.
- Asri, Mulyadi, D. T., Perguruan, Y., Palembang, T., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Palembang, U. (2011). *TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR I . PENDAHULUAN Permasalahan Batasan Masalah Tujuan Penelitian Manfaat Penelitian II . METODOLOGI PENELITIAN Umum Bahan*. 1–12.
- Ayubi, A. F., & Hadi, S. (2019). Analisis Kekuatan Lentur Komposit dengan Filler Serat Sabut Kelapa dan Serat Ijuk. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 128–134.
- Indra M. (2020). Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cengkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete. *Jurnal Teknik Sipil Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Mahmud, K., BAKARBESSY, D., & ATIYA, A. F. (2023). Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton. *Jurnal PORTAL SIPIL*, 11(2), 52–61. <https://doi.org/10.58839/portal.v11i2.1165>
- Material, J. R., & Energi, M. (2021). Analisa Sifat Mekanik Paduan Serat Ijuk Dan Serat Jerami Sebagai Pengganti Serat Sintetis Pada Body Mobil. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(2), 116–124. <https://doi.org/10.30596/rmme.v4i2.8072>
- Nursani, M., Karo Karo, P., & Yulianti, Y. (2020). Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu dan Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Mortar. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(3), 118. <https://doi.org/10.22146/jfi.v24i3.55989>
- Pratama, A., & Chairina, E. (2023). Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 118–124. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v2i1.7669>
- Purkuncoro, A. E. (2017). Pengaruh Perlakuan Alkali (Naoh) Serat Ijuk (Arenga Pinata) Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin TRANSMISI*, 13(2), 167–178.
- Rustanti, M. E. (2023). Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Es Krim. *Library.Usd.Ac.Id*, 2(1). http://www.library.usd.ac.id/Data PDF/F. Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan Biologi/141434015_full.pdf
- Salahudin, X., Pramono, C., Alfauzi, M. I., Widodo, S., & Hastuti, S. (2021). *Serat Ijuk Sebagai Penguat Komposit Guna Meningkatkan Nilai Ketangguhan Impak*.

- Sihombing, A. P., Afrizal, Y., & Gunawan, A. (2019). Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 31–38. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.1.31-38>
- Soamole, A., Sultan, M. A., & Tata, A. (2022). Efek Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Dengan Penambahan Fly Ash. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 05, 1–10. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v5i1.1677>
- Surono, U. B., & Sukoco. (2016). Analisa sifat fisis dan mekanis komposit serat ijuk dengan bahan matrik poliester. *Prosiding Seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, 11, 298–303.
- Tamrin, A., Ashad, H., & Musa, R. (2021). Kontribusi Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanik Beton Sistem Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(3), 186–192. <https://doi.org/10.33096/jtsm.v6i3.345>
- Yuniarto Adi, R. (2008). Kuat Tekan Mortar Dengan Berbagai Campuran Penyusun Dan Umur. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 1, 67–84.

LAMPIRAN

❖ Pengujian Kadar Air

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.

Keterangan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh SSD dan Berat Wadah	1020	1020	1020	gr
Berat contoh SSD	500	500	500	gr
Berat Kering Oven dan Berat Wadah	1010	1009	1009,5	gr
Berat contoh Kering	490	491	490,5	gr
Berat wadah	520	520	520	gr
Berat air	10	11	10,5	gr
Kadar air	2,04	2,24	2,14	%

Dari hasil pengujian kadar air agregat halus didapatkan nilai sampel 1 sebesar 2,04% dan pada sampel 2 sebesar 2,24% maka didapatkan nilai rata rata nya adalah 2,14%.

❖ Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Berat contoh kering : A	500	500	gr
Berat kering contoh setelah dicuci : B	475	486	gr
Berat kotoran setelah dicuci : C	25	14	gr
Persentase kotoran setelah dicuci : D	5	2,8	%
Kadar Lumpur Rata-rata	3.9		%

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus didapatkan persentase rata-rata sebesar 3,9%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu maksimum sebesar 5% (SK SNI-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

❖ Berat Isi Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus

Pengujian	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat Contoh	15295	16485	16230	16003,33	gr
Berat Wadah	5325	5325	5325	5325	gr
Berat Contoh +	20620	21810	21555	21328,33	gr

Wadah					
Volume Wadah	10851,84	10851,84	10851,84	10851,84	cm ³
Berat Isi	1,41	1,52	1,50	1,48	gr/cm ³

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat isi didapatkan nilai berat isi secara lepas sebesar 1,41 gr/cm³, cara tusuk 1,52 gr/cm³, dan cara penggoyangan 1,50 gr/cm³.

❖ Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Hasil berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Agregat Halus	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500	gr
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai dengan konstan (E)	490	493	491,5	gr
Berat piknometer penuh air (D)	650	650	650	gr
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	955	955	955	gr
Bj Bulk = $(E / (B+D-C))$	2,51	2,53	2,52	gr/cm ³
BJ SSD = $(B / (B+D-C))$	2,56	2,56	2,56	gr/cm ³
Bj Semu = $(E / (E+D-C))$	2,65	2,62	2,635	gr/cm ³
Absorption $[(B-E) / E] \times 100\%$	2,04	1,42	1,73	%

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus 2 sampel dengan berat contoh SSD kering permukaan jenuh rata-rata sebanyak 500gr maka pada percobaan ini didapatkan nilai rata-rata berat jenis contoh kering 2,52 gr, berat jenis contoh SSD 2,56 gr dan berat jenis contoh semu 2,635 gr.

❖ Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Ampas Tebu

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu ampas tebu.

Agregat Halus	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	50	50	50	gr
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai dengan konstan (E)	30	37	33,5	gr
Berat piknometer penuh air (D)	650	650	650	gr

Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	605	605	605	gr
Bj Bulk = $(E / (B+D-C))$	0,31	0,39	0,35	gr/cm ³
BJ SSD = $(B / (B+D-C))$	0,52	0,52	0,52	gr/cm ³
Bj Semu = $(E / (E+D-C))$	0,4	0,45	0,42	gr/cm ³
Absorption $[(B-E) / E] \times 100\%$	66,6	35,14	50,87	%

Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Pertama

➤ FAS 0,35

- Mortar Normal

Semen = jumlah semen yang digunakan dalam 1 m³ x volume cetakan mortar.

$$= 250 \times 0,000125$$

$$= 0,03125 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = jumlah pasir yang digunakan dalam 1m³ FAS 0,35 x volume cetakan mortar

$$= 1120 \times 0,000125$$

$$= 0,14 \text{ kg/m}^3$$

Air = jumlah air yang digunakan dalam 1m³ FAS 0,35 x volume cetakan mortar

$$= 87,5 \times 0,000125$$

$$= 0,01093 \text{ kg/m}^3$$

- AAT 2%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam 1m³ x 2%) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 2\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00062 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 2%

$$= 0,03125 - 0,00062$$

$$= 0,03063 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = 0,14 kg/m³

Air = 0,01093 kg/m³

- AAT 5%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam $1\text{m}^3 \times 5\%$) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 5\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00156 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 2%

$$= 0,03125 - 0,00156$$

$$= 0,02969 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,14 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01093 \text{ kg/m}^3$

- AAT 7,5%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam $1\text{m}^3 \times 7,5\%$) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 7,5\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00234 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 7,5%

$$= 0,03125 - 0,00234$$

$$= 0,02891 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,14 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01093 \text{ kg/m}^3$

- AAT 10%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam $1\text{m}^3 \times 10\%$) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 10\%) \times 0,000125$$

$$= 0,003125 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 10%

$$= 0,03125 - 0,003125$$

$$= 0,028125 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,14 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01093 \text{ kg/m}^3$

❖ FAS 0,40

- Mortar Normal

Semen = jumlah semen yang digunakan dalam 1 m^3 x volume cetakan mortar

$$= 250 \times 0,000125$$

$$= 0,03125 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = jumlah pasir yang digunakan dalam 1 m^3 FAS 0,35 x volume cetakan mortar

$$= 1120 \times 0,000125$$

$$= 0,14 \text{ kg/m}^3$$

Air = jumlah air yang digunakan dalam 1 m^3 FAS 0,40 x volume cetakan mortar

$$= 100 \times 0,000125$$

$$= 0,0125 \text{ kg/m}^3$$

- AAT 2%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam 1 m^3 x 2%) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 2\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00062 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 2%

$$= 0,03125 - 0,00062$$

$$= 0,03063 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,14 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,0125 \text{ kg/m}^3$

- AAT 5%

AAT = (jumlah semen yang digunakan dalam 1 m^3 x 5%) x volume cetakan mortar

$$= (250 \times 5\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00156 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – AAT 2%

$$= 0,03125 - 0,00156$$

- $$= 0,02969 \text{ kg/m}^3$$
- Pasir $= 0,14 \text{ kg/m}^3$
- Air $= 0,0125 \text{ kg/m}^3$
- AAT 7,5%

AAT $= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 7,5\%) \times \text{volume cetakan mortar}$

$$= (250 \times 7,5\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00234 \text{ kg/m}^3$$

Semen $= \text{Berat semen mortar normal} - \text{AAT } 7,5\%$

$$= 0,03125 - 0,00234$$

$$= 0,02891 \text{ kg/m}^3$$

Pasir $= 0,14 \text{ kg/m}^3$

Air $= 0,0125 \text{ kg/m}^3$
 - AAT 10%

AAT $= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 10\%) \times \text{volume cetakan mortar}$

$$= (250 \times 10\%) \times 0,000125$$

$$= 0,003125 \text{ kg/m}^3$$

Semen $= \text{Berat semen mortar normal} - \text{AAT } 10\%$

$$= 0,03125 - 0,003125$$

$$= 0,02812 \text{ kg/m}^3$$

Pasir $= 0,14 \text{ kg/m}^3$

Air $= 0,0125 \text{ kg/m}^3$

Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Kedua

❖ FAS 0,35

- AAT 2% + SI 0,1%

Semen $= 0,03063 \text{ kg/m}^3$

Pasir $= 0,14 \text{ kg/m}^3$

Air $= 0,01093 \text{ kg/m}^3$

AAT $= 0,00062 \text{ kg/m}^3$

SI $= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar}$

$$= 0.18218 \times 0,1\%$$

$$= 0,00018 \text{ kg/m}^3$$

- AAT 2% + SI 0,5%

Semen	= 0,03063 kg/m ³
Pasir	= 0,14 kg/m ³
Air	= 0, 01093 kg/m ³
AAT	= 0,00062 kg/m ³
SI	= Berat total x Persentase serat disebar
	= 0.18128 x 0,5%
	= 0,00091 kg/m ³

- AAT 2% + SI 1%

Semen	= 0,03063 kg/m ³
Pasir	= 0,14 kg/m ³
Air	= 0, 01093 kg/m ³
AAT	= 0,00062 kg/m ³
SI	= Berat total x Persentase serat disebar
	= 0.18128 x 1%
	= 0,00182 kg/m ³

❖ FAS 0,40

- AAT 5% + SI 0.1%

Semen	= 0,02969 kg/m ³
Pasir	= 0,14 kg/m ³
Air	= 0, 0125 kg/m ³
AAT	= 0,00156 kg/m ³
SI	= Berat total x Persentase serat disebar
	= 0.18375 x 0,1%
	= 0,00018 kg/m ³

- AAT 5% + SI 0,5%

Semen	= 0,02969 kg/m ³
Pasir	= 0,14 kg/m ³
Air	= 0, 0125 kg/m ³

$$\begin{aligned}\text{AAT} &= 0,00156 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SI} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0.18375 \times 0,5\% \\ &= 0,00091 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- AAT 5% + SI 1%

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 0,02969 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir} &= 0,14 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,0125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{AAT} &= 0,00156 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SI} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0.18375 \times 1\% \\ &= 0,00183 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Hasil dan Analisa Pengujian Pertama Mortar

❖ Berat Jenis Mortar

$$D = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

Dimana:

D = Berat Jenis atau *density* (kg/m³)

Mc = Berat Wadah ukur yang berisi mortar (kg)

Mm = Berat Wadah ukur (kg)

Vm = Volume benda uji (m³)

➤ FAS 0,35

- Mortar Normal

• Seri 1

$$D = \frac{5540 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000$$

• Seri 2

$$D = \frac{5538 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5535-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.880.000$$

- AAT 2%

- Seri 1

$$D = \frac{5528-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.824.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5520-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.760.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5525-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.800.000$$

- AAT 5%

- Seri 1

$$D = \frac{5503-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.624.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5513-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.704.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5515-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.720.000$$

- AAT 7,5%

- Seri 1

$$D = \frac{5545-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.960.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5540 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5530 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.840.000$$

- AAT 10%

- Seri 1

$$D = \frac{5523 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.784.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5533 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5528 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.824.000$$

➤ FAS 0,40

- Mortar Normal

- Seri 1

$$D = \frac{5545 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.960.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5548 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5540-5300}{0,000125}$$

$$=1.920.000$$

- AAT 2%

- Seri 1

$$D = \frac{5510-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.680.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5518-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.744.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5515-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.720.000$$

- AAT 5%

- Seri 1

$$D = \frac{5533-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5528-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.824.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5525-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.800.000$$

- AAT 7,5%

- Seri 1

$$D = \frac{5543-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.944.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5548-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5543-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.944.000$$

- AAT 10%

- Seri 1

$$D = \frac{5533-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5533-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5533-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000$$

❖ Penyerapan Mortar

➤ FAS 0,35

- Mortar Normal:

- Seri 1

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 8,69\% \end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 11,1\% \end{aligned}$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-225}{225} \right) \times 100\%$$

$$= 8,8\%$$

- AAT 2%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{245-210}{210} \right) \times 100\% \\ &= 16,6\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{240-200}{200} \right) \times 100\% \\ &= 20\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{245-205}{205} \right) \times 100\% \\ &= 19,51\%\end{aligned}$$

- AAT 5%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{225-180}{180} \right) \times 100\% \\ &= 25\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{235-190}{190} \right) \times 100\% \\ &= 23,68\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{235-195}{195} \right) \times 100\% \\ &= 20,51\%\end{aligned}$$

- AAT 7,5%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 8,51\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 8,69\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{240-220}{220} \right) \times 100\% \\ = 9,09\%$$

- AAT 10%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{235-210}{210} \right) \times 100\% \\ = 11,90\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-220}{220} \right) \times 100\% \\ = 11,36\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{235-220}{220} \right) \times 100\% \\ = 6,81\%$$

➤ FAS 0,40

- Mortar Normal:

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{255-235}{235} \right) \times 100\% \\ = 8,51\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{260-235}{235} \right) \times 100\% \\ = 10,64\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{250-230}{230} \right) \times 100\% \\ = 8,69\%$$

- AAT 2%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{240-180}{180} \right) \times 100\% \\ = 33,3\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{250-185}{185} \right) \times 100\%$$

$$= 35,13\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-185}{185} \right) \times 100\%$$

$$= 32,43\%$$

- AAT 5%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{250-215}{215} \right) \times 100\%$$

$$= 16,28\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-210}{210} \right) \times 100\%$$

$$= 16,6\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{240-210}{210} \right) \times 100\%$$

$$= 14,28\%$$

- AAT 7,5%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{255-230}{230} \right) \times 100\%$$

$$= 10,87\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{265-230}{230} \right) \times 100\%$$

$$= 15,21\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{255-230}{230} \right) \times 100\%$$

$$= 10,87\%$$

- AAT 10%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{250-215}{215} \right) \times 100\%$$

$$= 16,28\%$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-215}{215} \right) \times 100\% \\ &= 16,28\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-215}{215} \right) \times 100\% \\ &= 16,28\%\end{aligned}$$

❖ Nilai Kuat Tekan Mortar

➤ FAS 0,35

- Mortar Normal

$$P = 0,8 \text{ ton}$$

$$P = 0,8 \times 1000$$

$$= 800$$

$$P = \left(\frac{800}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{800}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 3,14 \text{ MPa}$$

- AAT 2%

$$P = 1,5 \text{ ton}$$

$$P = 1,5 \times 1000$$

$$= 1500$$

$$P = \left(\frac{1500}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1500}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 5,88 \text{ MPa}$$

- AAT 5%

$$P = 1 \text{ ton}$$

$$P = 1 \times 1000$$

$$= 1000$$

$$P = \left(\frac{1000}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1000}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 3,92 \text{ MPa}$$

- AAT 7,5%

$$P = 0,5 \text{ ton}$$

$$P = 0,5 \times 1000$$

$$= 500$$

$$P = \left(\frac{500}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{500}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 1,96 \text{ Mpa}$$

- AAT 10%

$$P = 0,3 \text{ ton}$$

$$P = 0,3 \times 1000$$

$$= 300$$

$$P = \left(\frac{300}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{300}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 1,18 \text{ MPa}$$

➤ FAS 0,40

- Mortar Normal

$$P = 1 \text{ ton}$$

$$P = 1 \times 1000$$

$$= 1000$$

$$P = \left(\frac{1000}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1000}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 3,92 \text{ MPa}$$

- AAT 2%

$$P = 1,1 \text{ ton}$$

$$P = 1,1 \times 1000$$

$$= 1100$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1100}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981 \\
 &= \left(\frac{1100}{25} \right) \times 0,0981 \\
 &= 4,32 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- AAT 5%

$$P = 1,5 \text{ ton}$$

$$P = 1,5 \times 1000$$

$$= 1500$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1500}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981 \\
 &= \left(\frac{1500}{25} \right) \times 0,0981 \\
 &= 5,89 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- AAT 7,5%

$$P = 0,6 \text{ ton}$$

$$P = 0,6 \times 1000$$

$$= 600$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{600}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981 \\
 &= \left(\frac{600}{25} \right) \times 0,0981 \\
 &= 2,35 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- AAT 10%

$$P = 0,2 \text{ ton}$$

$$P = 0,2 \times 1000$$

$$= 200$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{200}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981 \\
 &= \left(\frac{200}{25} \right) \times 0,0981 \\
 &= 0,79 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil dan Analisa Pengujian Kedua Mortar

❖ Berat Jenis Mortar

$$D = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

Dimana:

D = Berat Jenis atau *density* (kg/m³)

Mc = Berat Wadah ukur yang berisi mortar (kg)

Mm = Berat Wadah ukur (kg)

Vm = Volume benda uji (m³)

➤ FAS 0,35

- AAT 2% + SI 0,1%

• Seri 1

$$D = \frac{5523 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.784.000$$

• Seri 2

$$D = \frac{5525 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.800.000$$

• Seri 3

$$D = \frac{5510 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.680.000$$

- AAT 2% + SI 0,5%

• Seri 1

$$D = \frac{5505 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.640.000$$

• Seri 2

$$D = \frac{5523 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.784.000$$

• Seri 3

$$D = \frac{5520 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.760.000$$

- AAT 2% + SI 1%

- Seri 1

$$D = \frac{5470 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.360.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5480 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.440.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5480 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.440.000$$

➤ FAS 0,40

- AAT 5% + SI 0,1%

- Seri 1

$$D = \frac{5530 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.840.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5540 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5523 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.784.000$$

- AAT 5% + SI 0,5%

- Seri 1

$$D = \frac{5483-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.464.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5505-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.640.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5510-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.680.000$$

- AAT 5% + SI 1%

- Seri 1

$$D = \frac{5485-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.480.000$$

- Seri 2

$$D = \frac{5488-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.504.000$$

- Seri 3

$$D = \frac{5498-5300}{0,000125}$$

$$D = 1.584.000$$

❖ **Penyerapan Mortar**

➤ FAS 0,35

- AAT 2% + SI 0,1%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-220}{220} \right) \times 100\%$$

$$= 11,36\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{240-210}{210} \right) \times 100\%$$

$$= 15,90\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{220-200}{200} \right) \times 100\%$$

$$= 10\%$$

- AAT 2% + SI 0,5%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{220-190}{190} \right) \times 100\%$$

$$= 15,79\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{245-210}{210} \right) \times 100\%$$

$$= 16,6\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{235-205}{205} \right) \times 100\%$$

$$= 14,63\%$$

- AAT 2% + SI 1%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{180-160}{160} \right) \times 100\%$$

$$= 12,5\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{190-170}{170} \right) \times 100\%$$

$$= 11,76\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{195-165}{165} \right) \times 100\%$$

$$= 18,18\%$$

➤ FAS 0,40

- AAT 5% + SI 0,1%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{245-215}{215} \right) \times 100\% \\ &= 13,95\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 13,3\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{240-215}{215} \right) \times 100\% \\ &= 11,62\%\end{aligned}$$

- AAT 5% + SI 0,5%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{200-175}{175} \right) \times 100\% \\ &= 14,28\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{220-190}{190} \right) \times 100\% \\ &= 15,79\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{225-195}{195} \right) \times 100\% \\ &= 15,38\%\end{aligned}$$

- AT 5% + 1%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{190-175}{175} \right) \times 100\% \\ &= 8,58\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{205-170}{170} \right) \times 100\% \\ &= 20,59\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 13,51\%\end{aligned}$$

❖ Nilai Kuat Tekan Mortar

➤ FAS 0,35

- AAT 2% + SI 0,1%

$$P = 0,5 \text{ ton}$$

$$P = 0,5 \times 1000$$

$$= 500$$

$$P = \left(\frac{500}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{500}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 1,96 \text{ MPa}$$

- AAT 2% + SI 0,5%

$$P = 1,3 \text{ ton}$$

$$P = 1,3 \times 1000$$

$$= 1300$$

$$P = \left(\frac{1300}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1300}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 5,10 \text{ MPa}$$

- AAT 5% + SI 1%

$$P = 0,3 \text{ ton}$$

$$P = 0,3 \times 1000$$

$$= 300$$

$$P = \left(\frac{300}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{300}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 1,18 \text{ MPa}$$

➤ FAS 0,40

- AAT 5% + SI 0,1%

$$P = 1 \text{ ton}$$

$$P = 1 \times 1000$$

$$= 1000$$

$$P = \left(\frac{1000}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1000}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 3,92 \text{ MPa}$$

- AAT 5% + SI 0,5%

$$P = 1,5 \text{ ton}$$

$$P = 1,5 \times 1000$$

$$= 1500$$

$$P = \left(\frac{1500}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{1500}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 5,89 \text{ MPa}$$

- AAT 5% + SI 1%

$$P = 0,75 \text{ ton}$$

$$P = 0,75 \times 1000$$

$$= 750$$

$$P = \left(\frac{750}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 0,0981$$

$$= \left(\frac{750}{25} \right) \times 0,0981$$

$$= 2,94 \text{ MPa}$$