

TUGAS AKHIR

**INVESTIGASI PENGARUH VARIASI PERSENTASE SERAT
SABUT KELAPA DAN VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI
PENGUAT DAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KEKUATAN
TEKAN MORTAR
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

DEWI PUTRIANI BR TARIGAN

2107210008



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 : Dewi Putriani Br Tarigan
NPM : 2107210008
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Investigasi Pengaruh Variasi Persentase Serat Sabut Kelapa dan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Penguat dan Pengganti Semen Terhadap Kekuatan Tekan Mortar.
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 SKRIPSI

Medan, 20 Agustus 2025

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dewi Putriani Br Tarigan
NPM : 2107210008
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Investigasi Pengaruh Variasi Persentase Serat Sabut Kelapa dan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Penguat dan Pengganti Semen Terhadap Kekuatan Tekan Mortar.
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.

Medan, 20 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. 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



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain,
S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dewi Putriani Br Tarigan
Tempat, tanggal lahir : Mencirim, 06 September 2003
NPM : 2107210008
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir berjudul “Investigasi Pengaruh Variasi Persentase Serat Sabut Kelapa dan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Penguat dan Pengganti Semen Terhadap Kekuatan Tekan Mortar”.

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, 20 Agustus 2025

Saya Menyatakan,



Dewi Putriani Br Tarigan

ABSTRAK

INVESTIGASI PENGARUH VARIASI PERSENTASE SERAT SABUT KELAPA DAN VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGUAT DAN PENGGANTI SEMEN TERHADAP KEKUATAN TEKAN MORTAR

Dewi Putriani Br Tarigan

2107210008

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

Penelitian ini menginvestigasi pengaruh variasi persentase serat sabut kelapa (SSK) dan abu sekam padi (ASP) sebagai penguat dan pengganti semen terhadap kekuatan tekan mortar. Mortar merupakan material komposit yang menggabungkan semen, pasir, air, dan bahan tambahan untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisiknya. Penggunaan serat sabut kelapa dipilih karena merupakan bahan alami yang kuat dan ramah lingkungan, sedangkan abu sekam padi digunakan sebagai substitusi sebagian semen guna mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan performa mortar. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium menggunakan variasi penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 0%, 3%, 5%, 7%, dan 10%, serta penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,3%, 0,5%, 0,7%, dan 1%. Dua rasio air semen (FAS) digunakan yaitu 0,35 dan 0,40 pada campuran mortar. Benda uji mortar berbentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dibuat dan diuji kuat tekan serta berat jenis setelah perawatan perendaman selama 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi abu sekam padi sebesar 5% memberikan kekuatan tekan mortar optimal untuk kedua FAS yang digunakan, yakni sebesar 6,87 MPa (FAS 0,35) dan 7,06 MPa (FAS 0,40). Penambahan serat sabut kelapa pada mortar dengan ASP 5% menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi pada variasi serat 0,3% yaitu 6,67 MPa (FAS 0,35) dan 11,77 MPa (FAS 0,40), kemudian kekuatan tekan menurun seiring peningkatan persentase serat. Berat jenis mortar meningkat dengan penambahan ASP dan SSK, sementara penyerapan meningkat pada variasi serat yang tinggi. Kesimpulannya, penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen sebesar 5% dan penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,3% secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan tekan mortar. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

Kata Kunci: Mortar, Serat Sabut Kelapa, Abu Sekam Padi, Substitusi Semen, Kuat Tekan Mortar

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VARIATIONS IN THE PERCENTAGE OF COCONUT FIBER AND VARIATIONS IN RICE HUSK ASH AS A REINFORCEMENT AND CEMENT SUBSTITUTE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR

Dewi Putriani Br Tarigan

2107210008

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

This study investigates the effect of varying the percentages of coconut coir fibers (SSK) and rice husk ash (ASP) as reinforcement and partial cement replacement on the compressive strength of mortar. Mortar is a composite material combining cement, sand, water, and additives to improve its mechanical and physical properties. The use of coconut coir fiber was selected due to its natural strength and environmental friendliness, while rice husk ash was used as a partial cement substitute to reduce environmental impact and enhance mortar performance. The research was conducted using laboratory experimental methods with cement replacement by rice husk ash at 0%, 3%, 5%, 7%, and 10%, and the addition of coconut coir fibers at 0.3%, 0.5%, 0.7%, and 1%. Two water-cement ratios (FAS) of 0.35 and 0.40 were used in the mortar mixtures. Mortar specimens in cube form measuring 5 cm x 5 cm x 5 cm were prepared and tested for compressive strength and density after 28 days of water curing. The test results showed that 5% rice husk ash replacement yielded optimal compressive strength of mortar for both FAS ratios, at 6.87 MPa (FAS 0.35) and 7.06 MPa (FAS 0.40). Addition of coconut coir fiber in mortar with 5% RHA resulted in the highest compressive strength at 0.3% fiber content: 6.67 MPa (FAS 0.35) and 11.77 MPa (FAS 0.40), followed by a decline in strength with higher fiber percentages. Mortar density increased with the addition of ASP and SSK, while water absorption increased at higher fiber contents. In conclusion, the use of 5% rice husk ash as partial cement replacement combined with 0.3% coconut coir fiber significantly improves the compressive strength of mortar. This study contributes to the development of more environmentally friendly and economical construction materials.

Keywords: mortar, coconut coir fiber, rice husk ash, cement replacement, compressive strength

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 "Investigasi Pengaruh Variasi Persentase Serat Sabut Kelapa dan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Penguat dan Pengganti Semen Terhadap Kekuatan Tekan Mortar (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 Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., 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 M. Aman Tarigan dan Ibunda tersayang Sri Rejeki yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai penulis serta menjadi penyemangat penulis yang senantiasa mendoakan penulis dapat menyelesaikan studinya.
8. Terimakasih juga kepada Fatimah Zuhra, Intan Mahfudza, Salsa Azizah 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 Al 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, 20 Agustus 2025

Saya yang menyatakan



Dewi Putriani Br Tarigan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2. 1 Penelitian Terdahulu	5
2. 2 Mortar	7
2. 3 Bahan Dasar Pembentuk Mortar	9
2.3.1 Semen	9
2.3.2 Agregat Halus	11
2.3.3 Air	11
2. 4 Bahan Material Tambahan Pembentuk Mortar	13
2.4.1 Serat Sabut Kelapa	13
2.4.2 Abu Sekam Padi	15
2. 5 Kuat Tekan	17
2. 6 Berat Jenis (<i>Density</i>)	18

2.7	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	18
BAB 3 METODE PENELITIAN		20
3.1	Diagram Alir	20
3.2	Tahap Pengambilan Data	21
3.3	Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	22
3.4	Metode Penelitian	23
3.4.1	Benda uji untuk kuat tekan pertama	23
3.4.2	Benda Uji Untuk Kuat Tekan Kedua	23
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.6	Alat dan Bahan	24
3.6.1.	Alat	24
3.6.2.	Bahan	32
3.7	Pemeriksaan Bahan	34
3.7.1.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	34
3.7.2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	38
3.7.3.	Berat Isi	43
3.7.4.	Kadar Air Agregat Halus	49
3.7.5.	Kadar Lumpur Agregat Halus	52
3.8	Pelaksanaan Penelitian	55
3.8.1.	Perencanaan Campuran Mortar	55
3.8.2.	<i>Mix Design</i>	56
3.8.3.	Abu Sekam Padi	57
3.8.4.	Serat Sabut Kelapa	58
3.8.5.	Pembuatan Benda Uji	58
3.8.6.	Perawatan Benda Uji	67
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		70
4.1	Pemeriksaan Agregat Halus	70
4.1.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	70
4.1.2	Berat Isi	71
4.1.3	Pemeriksaan Kadar Air	71
4.1.4	Pemeriksaan Kadar Lumpur	72
4.2	Pemeriksaan Abu Sekam Padi	72

4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air	72
4.3 Mix Design	73
4.3.1 Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Pertama	74
4.3.2 Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Kedua	78
4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Mortar Kuat Tekan Pertama	80
4.4.1 Berat Jenis Mortar	80
4.4.2 Penyerapan Mortar	87
4.4.3 Nilai Kuat Tekan Mortar	92
4.5 Hasil dan Analisa Pengujian Mortar Kuat Tekan Kedua	97
4.5.1 Berat Jenis Mortar	97
4.5.2 Penyerapan Mortar	102
4.5.3 Nilai Kuat Tekan Mortar	106
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	110
5.1. Kesimpulan	110
5.2. Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN	115
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian.	20
Gambar 3.2 : Satu set saringan.	24
Gambar 3.3 : Oven.	25
Gambar 3.4 : Ember.	25
Gambar 3.5 : Timbangan digital.	25
Gambar 3.6 : Plastik.	26
Gambar 3.7 : Kuas.	26
Gambar 3.8 : Sekop tangan.	26
Gambar 3.9 : Terpal.	27
Gambar 3.10: Pan.	27
Gambar 3.11: Piknometer.	28
Gambar 3.12: Kaki tiga dan kawat kasa.	28
Gambar 3.13: Spirtus.	28
Gambar 3.14: Cetakan kerucut pasir dan tongkat pemadat.	29
Gambar 3.15: Masker.	29
Gambar 3.16: Gelas ukur.	30
Gambar 3.17: Cetakan mortar.	30
Gambar 3.18: Bak perendam.	30
Gambar 3.19: Sarung tangan.	31
Gambar 3.20: Mesin pengaduk.	31
Gambar 3.21: Mesin uji kuat tekan.	31
Gambar 3.22: Semen PCC.	32
Gambar 3.23: Agregat halus lolos saringan no 4.	32
Gambar 3.24: Air bersih.	33
Gambar 3.25: Abu sekam padi.	33
Gambar 3.26: Serat sabut kelapa.	33
Gambar 3.27: Menyiapkan alat dan bahan.	34
Gambar 3.28: Menimbang benda uji.	34
Gambar 3.29: Menimbang piknometer penuh air.	35
Gambar 3.30: Membuang air dalam piknometer.	35

Gambar 3.31: Memasukkan abu sekam padi kedalam piknometer.	35
Gambar 3.32: Memanaskan piknometer.	36
Gambar 3.33: Merendam piknometer.	36
Gambar 3.34: Mengeluarkan abu sekam padi dari dalam piknometer.	37
Gambar 3.35: Memasukkan abu sekam padi kedalam oven.	37
Gambar 3.36: Menimbang benda uji setelah dioven.	37
Gambar 3.37: Mengayak pasir lolos saringan no 4.	38
Gambar 3.38: Menjemur agregat halus.	39
Gambar 3.39: Memasukkan contoh pasir kedalam cetakan kerucut pasir.	39
Gambar 3.40: Mengangkat cetakan kerucut pasir secara perlahan.	39
Gambar 3.41: Menimbang benda uji.	40
Gambar 3.42: Menimbang piknometer penuh air.	40
Gambar 3.43: Membuang air dalam piknometer.	40
Gambar 3.44: Memasukkan pasir kedalam piknometer.	41
Gambar 3.45: Memanaskan piknometer.	41
Gambar 3.46: Merendam piknometer.	42
Gambar 3.47: Mengeluarkan pasir dari dalam piknometer.	42
Gambar 3.48: Memasukkan pasir kedalam oven.	42
Gambar 3.49: Menimbang benda uji setelah dioven.	43
Gambar 3.50: Mempersiapkan alat dan bahan.	44
Gambar 3.51: Pasir kondisi kering.	44
Gambar 3.52: Meletakkan pasir kedalam pan.	44
Gambar 3.53: Menimbang wadah baja.	45
Gambar 3.54: Mengukur wadah baja.	45
Gambar 3.55: Memasukkan contoh menggunakan sekop tangan ketinggian 5cm.	45
Gambar 3.56: Meratakan permukaan wadah.	46
Gambar 3.57: Menimbang benda uji.	46
Gambar 3.58: Menusuk benda uji dengan tongkat pemadat.	46
Gambar 3.59: Meratakan permukaan wadah.	47
Gambar 3.60: Menimbang benda uji.	47
Gambar 3.61: Menggoyangkan benda uji.	48

Gambar 3.62: Meratakan permukaan wadah.	48
Gambar 3.63: Menimbang benda uji.	48
Gambar 3.64: Menyiapkan alat dan bahan.	49
Gambar 3.65: Menyaring pasir dengan saringan no 4.	50
Gambar 3.66: Menimbang wadah.	50
Gambar 3.67: Memasukkan contoh bahan ke dalam wadah.	50
Gambar 3.68: Mengeringkan contoh bahan kedalam oven.	51
Gambar 3.69: Mengeluarkan contoh bahan dari oven.	51
Gambar 3.70: Mencatat hasil kadar air.	51
Gambar 3.71: Menyiapkan alat dan bahan.	52
Gambar 3.72: Mengayak pasir dengan saringan no 4.	53
Gambar 3.73: Menimbang berat contoh.	53
Gambar 3.74: Mencuci sampel dengan air bersih dan menyaringnya.	53
Gambar 3.75: Memasukkan pasir basah ke dalam wadah dan menimbangnya.	54
Gambar 3.76: Memasukkan sampel ke dalam oven.	54
Gambar 3.77: Mengeluarkan sampel dari oven dan menimbangnya.	54
Gambar 3.78: Memasukkan kembali benda uji kedalam oven.	55
Gambar 3.79: Mengeluarkan benda uji dan menimbangnya.	55
Gambar 3.80: Abu sekam padi.	58
Gambar 3.81: Serat sabut kelapa.	58
Gambar 3.82: Cetakan mortar.	59
Gambar 3.83: Menimbang bahan.	59
Gambar 3.84: Memasukkan bahan-bahan adonan.	59
Gambar 3.85: Mengaduk semua bahan menggunakan mesin bor.	60
Gambar 3.86: Memasukkan air kedalam adonan mortar.	60
Gambar 3.87: Mengoles cetakan dengan oli.	60
Gambar 3.88: Menuang adonan mortar kedalam cetakan.	61
Gambar 3.89: Meratakan permukaan mortar.	61
Gambar 3.90: Mendingkan sampel dalam cetakan selama 24 jam.	61
Gambar 3.91: Membuka cetakan mortar.	62
Gambar 3.92: Merendam benda uji selama 28 hari.	62
Gambar 3.93: Melakukan pengujian berat jenis.	62

Gambar 3.94 : Melakukan pengujian kuat tekan.	63
Gambar 3.95 : Menimbang bahan.	63
Gambar 3.96 : Memasukkan bahan-bahan adonan.	64
Gambar 3.97 : Mengaduk semua bahan.	64
Gambar 3.98 : Masukkan air kedalam adonan.	64
Gambar 3.99 : Mengoles cetakan menggunakan oli.	65
Gambar 3.100: Menuang adonan mortar ke dalam cetakan.	65
Gambar 3.101: Meratakan permukaan mortar.	65
Gambar 3.102: Mendinginkan cetakan selama 24 jam.	66
Gambar 3.103: Membuka cetakan setelah 24 jam.	66
Gambar 3.104: Merendam benda uji.	66
Gambar 3.105: Melakukan pengujian berat jenis.	67
Gambar 3.106: Melakukan pengujian kuat tekan kedua.	67
Gambar 3.107: Dokumentasi mengeluarkan benda uji mortar dari cetakan.	68
Gambar 3.108: Mengisi ember dengan air untuk bak perendaman.	68
Gambar 3.109: Dokumentasi merendam benda uji mortar.	68
Gambar 3.110: Perendaman benda uji mortar	69
Gambar 3.111: Menimbang benda uji setelah perendaman.	69
Gambar 4.1 : Dimensi Cetakan Mortar.	73
Gambar 4.2 : Grafik kuat tekan pertama FAS 0,35	96
Gambar 4.3 : Grafik kuat tekan pertama FAS 0,40	96
Gambar 4.4 : Grafik kuat tekan kedua FAS 0,35.	109
Gambar 4.5 : Grafik kuat tekan kedua FAS 0,40.	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Batasan kimia untuk air campuran.	12
Tabel 2.2 : Komposisi serat kelapa.	14
Tabel 2.3 : Nilai pengujian beton serat sabut kelapa.	14
Tabel 2.4 : Nilai pengujian beton abu sekam padi.	16
Tabel 2.5 : Komposisi senyawa kimia abu sekam padi.	17
Tabel 3.1 : Perencanaan benda uji mortar FAS 0,35.	56
Tabel 3.2 : Perencanaan benda uji mortar FAS 0,40.	57
Tabel 4.1 : Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.	70
Tabel 4.2 : Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus.	71
Tabel 4.3 : Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.	71
Tabel 4.4 : Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.	72
Tabel 4.5 : Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi.	72
Tabel 4.6 : Berat jenis mortar kuat tekan pertama FAS 0,35.	81
Tabel 4.7 : Berat jenis mortar kuat tekan pertama FAS 0,40.	84
Tabel 4.8 : Penyerapan mortar kuat tekan pertama FAS 0,35.	87
Tabel 4.9 : Penyerapan mortar kuat tekan pertama FAS 0,40.	90
Tabel 4.10: Rekapitulasi hasil kuat tekan mortar pertama.	95
Tabel 4.11: Berat jenis mortar kuat tekan kedua FAS 0,35.	97
Tabel 4.12: Berat jenis mortar kuat tekan kedua FAS 0,40.	99
Tabel 4.13: Penyerapan mortar kuat tekan kedua FAS 0,35.	102
Tabel 4.14: Penyerapan mortar kuat tekan kedua FAS 0,40.	104
Tabel 4.15: Rekapitulasi hasil nilai kuat tekan mortar kedua.	108

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kekuatan tekan mortar	(MPa)
P	= Gaya tekan	(ton)
A	= Luas penampang benda uji	(m ³)
b	= Lebar benda uji	(mm)
d	= Tebal benda uji	(mm)
L	= Jarak antara kedua tumpuan	(mm)
ω	= Kadar Air	(%)
n	= Jumlah benda uji	(buah)
Ww	= Berat benda uji basah	(kg/m ³)
Wd	= Berat benda uji kering	(kg/m ³)
D	= Berat jenis atau <i>density</i>	(kg/m ³)
Mc	= Berat wadah ukur yang berisi mortar	(kg)
Mm	= Berat wadah ukur	(kg)
V	= Volume benda uji	(m ³)
W	= Berat	(kg)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi salah satu fokus utama dalam industri konstruksi saat ini. Di tengah meningkatnya kebutuhan akan material bangunan yang efisien dan berkelanjutan, penggunaan mortar sebagai alternatif bahan konstruksi semakin mendapatkan perhatian. Mortar adalah campuran dari semen, pasir, dan air. Mortar merupakan material komposit yang menggabungkan serat, abu dengan semen menghasilkan produk yang lebih ringan dan kuat. Salah satu inovasi dalam pengembangan mortar adalah penggunaan bahan pengikat dari serat sabut kelapa, yang dikenal memiliki kekuatan mekanik yang baik dan bersifat ramah lingkungan.

Dalam penelitian ini, mortar akan dievaluasi dengan penambahan serat tambahan dari sabut kelapa. Serat sabut kelapa dipilih karena merupakan suatu bahan alami yang relatif mudah diperoleh dan pohon kelapa dapat tumbuh pada tanah dengan kadar air rendah atau tinggi. Akibatnya, pohon kelapa dapat ditemukan di banyak belahan bumi, terutama wilayah tropis dan pantai seperti Indonesia. Selain itu, proses pemrosesan serat sabut kelapa dari tanaman kelapa relatif sederhana dan tidak memakan waktu yang lama.

Sementara itu, penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen semakin populer, mengingat banyaknya limbah pertanian yang dihasilkan dan potensi untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan semen konvensional. Abu sekam padi tidak hanya mengurangi biaya material, tetapi juga meningkatkan sifat-sifat fisik dan mekanik dari material bangunan, seperti ketahanan terhadap api dan daya tahan terhadap serangan kimia.

Abu sekam padi adalah material pozzolan alami karena kandungan senyawa silika (SiO_2) yang tinggi. Melalui reaksi-reaksi antara silika (SiO_2) pada abu sekam padi dengan kalsium hidroksida (CaOH_2) dari hasil produk hidrasi semen menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) yang dapat meningkatkan kekuatan

(Rahmat, 2022). Kadar abu sekam padi sebesar 20% dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan beton busa ringan. Kemudian abu sekam padi layak digunakan sebagai substitusi sebagian semen (Hunggurami dkk., 2019).

Dinding partisi yang terbuat dari komposit mortar dengan serat sabut kelapa dan abu sekam padi memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi struktur bangunan. Kekuatan tekan dari material ini menjadi aspek penting untuk diperhatikan, terutama dalam aplikasi sebagai dinding partisi yang harus menahan beban dan memberikan kestabilan pada bangunan. Dengan memanfaatkan serat sabut kelapa dan abu sekam padi, diharapkan dapat dihasilkan dinding partisi yang tidak hanya kuat dan tahan lama, tetapi juga lebih ringan dan ekonomis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang, maka permasalahan yang akan dikaji yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan variasi abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan mortar?
2. Bagaimana pengaruh variasi serat sabut kelapa pada mortar yang mengandung abu sekam padi sebagai pengganti semen?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memperjelas permasalahan yang akan dibahas serta agar tidak terjalin ulasan yang meluas ataupun menyimpang, sehingga dibutuhkan batas permasalahan. Adapun ruang lingkup yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran mortar menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6882, 2002) Tentang Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan ASTM C109.
2. Melakukan pengujian kuat tekan mortar menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen.

3. Melakukan pengujian kuat tekan mortar dengan menggunakan variasi campuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen.
4. Melakukan variasi persenan untuk serat sabut kelapa sebanyak 0,3%, 0,5%, 0,7%, 1% dan abu sekam padi sebagai pengganti semen sebanyak 3%, 5%, 7%, 10% untuk mengetahui pada variasi keberapa didapat nilai kekuatan tekan mortar.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pemaparan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan variasi abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan mortar. Tujuan ini berfokus pada evaluasi sejauh mana penambahan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen dapat memengaruhi nilai kuat tekan mortar.
2. Menganalisis pengaruh variasi serat sabut kelapa pada mortar yang mengandung abu sekam padi sebagai pengganti semen. Ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penambahan serat sabut kelapa dalam campuran mortar yang sudah mengandung abu sekam padi dapat mempengaruhi sifat mekanis, khususnya kuat tekan mortar.

1.5. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi yang jelas pengaruh yang terjadi pada kekuatan tekan mortar pada dinding partisi dengan menambahkan serat sabut kelapa sebagai pengikat mortar dan abu sekam padi sebagai pengganti semen untuk mendapatkan hasil mortar yang baik serta diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam tahap penelitian selanjutnya. Adapun beberapa manfaat dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penggunaan mortar dapat mengurangi limbah konstruksi dengan memanfaatkan bahan alternatif seperti serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang lebih ramah lingkungan.

2. Dengan mempelajari pengaruh kekuatan tekan, penelitian ini berpotensi menghasilkan material dengan kekuatan struktural yang baik, yang dapat meningkatkan daya tahan dinding partisi terhadap beban.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapa bab, antara lain:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penjelasan mortar, serat alam (serat sabut kelapa), abu sekam padi, dan metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, dan metode analisa data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisa data kekuatan tekan mortar dengan bahan pengikat serat sabut kelapa dan bahan pengganti semen menggunakan abu sekam padi.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari skripsi yang berisikan kesimpulan dan saran dari hasil pengujian dan analisa data.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk membantu penulis membuat penelitian secara keseluruhan, penulis ingin menyampaikan beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi. Penulis juga ingin menjelaskan dengan jelas perbedaan penelitian yang akan penulis lakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Blat dan Mentang (2023) berjudul “Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Campuran Beton Untuk Paving Block” menggunakan metode eksperimental di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. Penelitian ini meliputi pengambilan dan persiapan bahan seperti semen, pasir, kerikil, dan serat sabut kelapa, pengujian karakteristik material, pembuatan komposisi campuran paving block dengan variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%, serta pengujian kekuatan tekan, lentur, dan porositas pada umur 7 dan 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa kuat tekan dan kuat lentur maksimum diperoleh pada variasi penambahan serat 0,5%, dengan nilai kuat tekan mencapai 55,42 MPa dan kuat lentur sebesar 6,28 MPa. Kuat tekan menurun seiring peningkatan serat, sedangkan porositas terendah terdapat pada campuran tanpa serat.

Penelitian oleh Rahmat dan Adnan (2022) berjudul “Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) Terhadap Kuat Lentur Beton Ferrocement” bertujuan mendalami penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi semen pada beton ferosemen dan dampaknya pada kuat lentur. Metode eksperimental dilakukan dengan variasi abu sekam padi 0%, 3%, dan 7% dari berat semen. Beton dicetak dengan ukuran 50 x 10 x 10 cm dan diuji setelah 28 hari perawatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi 3% abu sekam padi meningkatkan kuat lentur beton dari 3,670 MPa menjadi 3,960 MPa, sedangkan substitusi 7% menurunkan menjadi 3,631 MPa. Kesimpulannya, abu sekam padi dapat

meningkatkan kuat lentur beton ferosemen pada proporsi tertentu, memberikan alternatif material konstruksi yang lebih ramah lingkungan.

Penelitian Ardy dkk, (2023) dengan judul “Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa dengan Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Beton” merencanakan campuran beton yang menggunakan semen pozzolan dengan penambahan serat kelapa sebesar 0,5% dan 1% dari berat semen, serta perlakuan alkali dengan larutan NaOH pada konsentrasi 1M, 1,5M, dan 2M. Serat direndam dalam larutan alkali selama \pm 24 jam untuk meningkatkan interaksi serat dan matriks beton. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari. Hasil menunjukkan perlakuan alkali secara signifikan meningkatkan sifat mekanik beton, dengan nilai tertinggi diperoleh pada penambahan serat 1% dan perlakuan alkali 1,5M. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan serat sabut kelapa tidak hanya memanfaatkan limbah tetapi juga meningkatkan performa mekanik beton secara efektif.

Sudirman Latjemma (2022) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Penambahan Serat Sabut Kelapa Pada Campuran Beton” di Fakultas Teknik Universitas Madako, Tolitoli, bertujuan mengevaluasi pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton. Beton normal dibuat dengan semen Portland Type I, agregat halus dan kasar, serta air. Penambahan serat dilakukan dengan persentase 0%, 0,5%, 1,5%, dan 2,5% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton berbentuk kubus ukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm setelah 28 hari curing. Hasil menunjukkan penurunan kuat tekan secara signifikan seiring peningkatan serat, dengan beton tanpa serat memiliki kuat tekan 22,63 MPa, sedangkan beton dengan 2,5% serat hanya 9,91 MPa. Penelitian menyimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa tidak meningkatkan kuat tekan beton dan bahkan menyebabkan penurunan yang signifikan, tidak memenuhi standar mutu beton 20 MPa.

Penelitian Taurano (2021) berjudul “Analisis Uji Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Kapur dan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Semen” mengevaluasi pengaruh penggunaan kapur dan abu sekam padi (RHA) sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Bahan meliputi semen Portland Type I,

pasir dan kerikil Muntilan, kapur dari Grobogan, dan abu sekam padi dari pembakaran sisa sekam padi di Karanganyar. Substitusi kapur dan abu sekam dilakukan pada persentase 5%, 10%, dan 15%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan 5% (2,5% kapur dan 2,5% RHA) menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibanding beton tanpa bahan tambahan, dengan peningkatan signifikan terutama pada umur 28 hari, sehingga penggunaan kapur dan abu sekam padi memberikan alternatif ekonomis tanpa mengurangi kekuatan struktur beton.

Maka dari hasil penelitian terdahulu yang saya lakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa dalam campuran beton akan meningkatkan kekuatan tekan hingga batas tertentu, dengan proporsi optimal sebesar 0.5%. Penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen dalam mortar dapat meningkatkan kekuatan tekan mortar pada proporsi tertentu. Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton akan meningkatkan kekuatan tekan mortar dibandingkan dengan campuran tanpa bahan substitusi. Perlakuan alkali pada serat kelapa akan meningkatkan interaksi antara serat dan matriks mortar, sehingga meningkatkan sifat mekanik mortar, termasuk kuat tekan.

2.2 Mortar

Mortar adalah hasil pencampuran semen, air, dan agregat halus. Fungsi utama mortar adalah sebagai bahan pengikat untuk menyatukan bahan-bahan bangunan, baik pada konstruksi struktural maupun non-struktural seperti plester dinding (Pratama dkk., 2023). Mortar pertama kali digunakan dalam dunia konstruksi sejak zaman kuno, tepatnya di Yunani, dengan bahan perekat dasar yang awalnya berupa lumpur dan tanah liat, kemudian berkembang menggunakan batu kapur dan abu vulkanik yang dikenal sebagai pozzolan, sehingga dapat mengeras bahkan di bawah air (Ramadhan dkk., 2024).

Komposisi mortar biasanya meliputi pasir, semen Portland sebagai bahan pengikat, dan air dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan adukan yang

memiliki kekentalan dan kualitas mekanik yang baik seperti kuat tekan, kuat rekat, dan daya serap air yang optimal (Azizi dkk., 2022). Kualitas mortar sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis bahan perekat, kepadatan campuran, umur mortar, dan sifat agregat halus yang digunakan. Kuat tekan mortar menjadi parameter penting yang menentukan daya tahan ikatan pada konstruksi, yang dapat dipengaruhi oleh komposisi campuran dan tambahan bahan lain untuk meningkatkan sifat fisik maupun mekaniknya (Sihombing dkk., 2019).

Mortar dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan bahan perekatnya, antara lain mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen, dan mortar instan. Mortar lumpur terdiri dari campuran pasir dan tanah liat, sementara mortar kapur menggunakan kapur sebagai bahan ikat. Mortar semen menggunakan semen Portland dan menjadi jenis yang paling umum digunakan saat ini karena menghasilkan ikatan yang kuat dan tahan lama (Pratama dkk., 2023). Selain itu, pengembangan teknologi mortar juga mengarah pada penggunaan bahan tambah alternatif seperti abu daun jagung, arang batok kelapa, atau lilin lebah untuk mengurangi penggunaan semen dan meningkatkan aspek ramah lingkungan serta performa mortar.

Pengujian untuk mengetahui kualitas mortar biasanya dilakukan dengan uji makroskopik seperti uji kuat tekan dan uji mikroskopik untuk melihat struktur dan komposisi kimia bahan. Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa substitusi sebagian semen dengan abu daun jagung dapat menurunkan penggunaan semen sekaligus memberikan output kuat tekan yang masih layak (Ramadhan dkk., 2024). Namun, penambahan bahan seperti PCM lilin lebah dalam kadar tertentu dapat menurunkan kuat tekan mortar secara signifikan meskipun dengan umur mortar yang semakin tua, kuat tekan mortar tetap meningkat secara umum (Azizi dkk., 2022).

Perawatan mortar juga sangat berpengaruh terhadap kekuatannya. Mortar harus memiliki kekentalan dan komposisi air yang tepat agar hasil akhir menjadi kuat dan tidak mudah hancur. Penggunaan air yang tidak sesuai, seperti air gambut atau air laut, dapat mempengaruhi sifat fisik mortar, seperti daya serap dan kuat tekan. Misalnya, penggunaan air laut dapat menurunkan kuat tekan

mortar karena kandungan garam yang mempengaruhi reaksi kimia ikatan dalam adonan mortar, meskipun masih bisa diterima pada kadar tertentu sesuai standar nasional (Karimah dkk., 2023). Oleh karena itu, perpaduan bahan dan teknik perawatan yang tepat menjadi kunci dalam pembuatan mortar yang berkualitas dan tahan lama.

2.3 Bahan Dasar Pembentuk Mortar

Pada pembuatan mortar, ada beberapa bahan dasar yang perlu penulis jabarkan yaitu:

2.3.1 Semen

Dalam teknologi beton, semen portland merupakan komponen utama yang berfungsi, bersama dengan air, untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi masa padat. Untuk konstruksi bangunan gedung umumnya digunakan semen tipe 1 atau Portland Cement (PC) dan sement Portland Composite Cement (PCC). PC adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat .

Sebagai upaya untuk menghemat biaya produksi, mengurangi eksploitasi alam akibat penambangan bahan baku semen serta untuk mengatasi permasalahan lingkungan, telah dikembangkan jenis semen portland khusus, yaitu semen portland komposit (PCC) dan semen portland pozzolan (PPC) untuk ketahanan terhadap lingkungan sulfat. Semen PPC diproduksi dari campuran klinker semen portland, gips dan bahan mineral yang mempunyai sifat pozzolan (BSN, 2004). Pozzolan yang digunakan dapat bersumber dari alam seperti batu apung, trass maupun berasal dari limbah industri seperti abu terbang (residu dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik). Semen PCC merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan bersama-sama klinker semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik (BSN, 2004). Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi, pozzolan, senyawa silikat dan batu kapur. Adanya perbedaan bahan dasar yang digunakan untuk memproduksi semen PPC dan PCC

tentunya jenis semen tersebut akan memiliki karakter yang berbeda dibandingkan dengan semen Portland tipe I.

Keunggulan semen PCC adalah merupakan material konstruksi yang masuk daftar Produk Hijau dari Green Listing Indonesia yang dikeluarkan oleh Green Building Council Indonesia. Semen PCC termasuk material ramah lingkungan karena:

- a. Dalam proses produksi PCC, penggunaan bahan bakar dapat berkurang sampai sekitar 20%, dengan menggunakan material komposit sebagai pengganti sebagian klinker.
- b. Substitusi sebagian klinker dengan material komposit ini juga dapat mengurangi potensi emisi gas CO₂.
- c. PCC juga menggunakan waste material seperti slag dan fly ash sebagai komposit pengganti klinker.
- d. PCC diproduksi dengan teknologi penangkapan debu mutakhir, sehingga menekan potensi pencemaran udara jauh dibawah ambang batas yang telah ditentukan.
- e. Produksi PCC menggunakan sebagian Bahan Bakar alternative terbarukan, seperti sekam padi, serbuk gergaji, limbah ban bekas dan lainnya, untuk mensubstitusi batu bara.
- f. PCC dirancang untuk memiliki durabilitas yang tinggi, tahan terhadap sulfat, panas hidrasi rendah, dan memiliki kekedapan tinggi sehingga mampu menopang ketahanan bangunan lebih lama.
- g. PCC dikemas dengan menggunakan material kantong yang dapat di recycle dan terbebas dari racun berbahaya.
- h. Produsen PCC peduli terhadap kelestarian lingkungan, khususnya pada lahan tambang dengan melakukan revitalisasi lahan, pengelolaan sumber daya air, penanaman tanaman sumber energy terbarukan, serta pengelolaan keanekaragaman hayati dilingkungan tambang (Indocement, 2018). Selain itu semen PC relatif lebih sulit dicari di pasaran, maka perlu rekomendasi atas penggunaan semen PCC sebagai realisasi Green Construction di Indonesia (Yanita, 2020) dengan efektifitas kekuatan dan biaya material per meter kubik betonnya.

2.3.2 Agregat Halus

Agregat adalah komponen utama dalam mortar yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan tekan. Dalam mortar, biasanya terdapat sekitar 100% volume agregat halus, karena tidak menggunakan agregat kasar. Agregat halus ini terdiri dari pasir alam yang dihasilkan dari proses pelapukan alami batu atau dari batu pecah yang diperoleh melalui industri pemecahan batu, dengan ukuran butir maksimum 5,0 mm (SNI-03-2834-1993).

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971) agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan mortar harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam, dan keras.
2. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063mm.
4. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
6. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk mortar.

2.3.3 Air

Air yang dimaksud di sini adalah air yang digunakan sebagai bahan pendukung dalam konstruksi bangunan, termasuk fungsinya dalam pembuatan dan perawatan mortar. Air diperlukan dalam proses pembuatan mortar untuk memicu reaksi kimia semen, melembapkan agregat, dan mempermudah proses pengolahan mortar.

Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut SNI 03-2847-2002, adalah sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan dalam campuran mortar harus bersih dan bebas dari zat-zat berbahaya, seperti oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau komponen lain yang dapat merugikan mortar atau tulangan.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda-benda mengapung yang dapat terlihat dengan jelas.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada mortar, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 1. Pemilihan proporsi campuran mortar harus didasarkan pada campuran mortar yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari untuk kubus uji mortar yang dibuat dengan adukan menggunakan air *non-potable* harus memiliki kekuatan minimal 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air *potable*. Perbandingan kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan yang sama, kecuali untuk jenis air yang digunakan dalam pencampuran, dan pengujian harus dilakukan sesuai dengan "Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (Menggunakan spesimen kubus berukuran sisi 50 mm)" (ASTM C 109).

Selain syarat-syarat mutu air seperti di atas, Nugraha dan Antoni juga menjelaskan batasan zat kimia yang terkandung dalam air campuran mortar pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1: Batasan kimia untuk air campuran (Nugraha dan Antoni, 2007 dalam Faqihuddin dkk., 2021).

Kandungan Kimia	Konsentrasi maksimum (ppm)	Cara Uji
Klorida pada		ASTM D512
Beton Pratekan, beton untuk lantai jembatan	500	
Yang Lain	1000	
Sulfat SO_4^{++}	3000	ASTM D512
Alkali ($\text{Na}_2\text{O}+0.658 \text{K}_2\text{O}$)	600	
Total Solid	50000	AASTHO T26

2.4 Bahan Material Tambahan Pembentuk Mortar

2.4.1 Serat Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah sisa yang dihasilkan dari buah kelapa. Komposisi sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus. Sabut kelapa memiliki karakteristik yang tahan lama, fleksibel, dan kuat terhadap air. Selain itu, sabut ini tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama, serta tidak menjadi tempat tinggal bagi rayap (Abdillah, 2021). Serabut kelapa merupakan serat yang memiliki kemampuan menyerap air, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran mortar. Selain itu, serat kelapa juga dikenal memiliki kekuatan tarik yang baik.

Di berbagai negara, penggunaan serat sebagai penguat dan peningkatan kualitas beton sudah menjadi hal yang umum. Ketika beton diperkuat dengan serat, beban akan dialihkan ke serat tersebut. Serat berperan penting dalam menahan retakan yang menjalar, membantu mempengaruhi ujung retakan agar tidak cepat menyebar melalui matriks, sehingga meningkatkan regangan retakan akhir komposit secara signifikan dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan serat. Kualitas serat ditentukan oleh warna, persentase kotoran, kadar udara, dan perbandingan berat antara serat panjang dan serat pendek. Serat sabut kelapa yang berkualitas tinggi memiliki warna yang cerah dan cemerlang, dengan persentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan bebas dari lumpur (Risdiyanto dan Tobing, 2019).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyebarkan dampak serat kelapa terhadap modulus elastisitas beton. Temuan dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa dapat meningkatkan modulus elastisitas beton. Peningkatan ini disebabkan oleh sifat mekanik serat kelapa yang kuat dan tahan lama. Singh (2015) melakukan penelitian untuk menilai pengaruh serat kelapa terhadap sifat mekanik beton, dan hasilnya menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa pada beton juga dapat meningkatkan modulus elastisitasnya.

Tabel 2.2: Komposisi serat kelapa (Risdianto dan Tobing, 2019).

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2,02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin	31,48	SNI 14-1492-1990
Kadar Sari	3,41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32,64	SNI 14-0444-1989
Kadar Total Selulosa	5,34	Metoda Internal BBPK
Kadar Pentosan	22,70	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1%	20,48	SNI 19-1938-1990

Tabel 2.3: Nilai pengujian beton serat sabut kelapa.

No	Nama dan Judul	Filler dan Campuran	Hasil
1	(Latjemma, 2022) “Analisis Penambahan Serat Sabut Kelapa pada Campuran Beton”	Serat Sabut Kelapa	Kuat tekan beton: 0,5% = 17,43 MPa 1,5% = 13,92 MPa 2,5% = 9,91 MPa
2	(Hermansyah dan Sachroudi, 2023) “Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton”	Serat Sabut Kelapa	Kuat tekan beton: 0% = 22,81 MPa 0,3% = 17,35 MPa 0,6% = 18,38 MPa 0,9% = 16,31 MPa
3	(Hakiki dan Walujodjati, 2022) “Pengujian Kuat Tarik Beton dengan Bahan Tambahan Serabut Kelapa”	Serat Sabut Kelapa	Kuat tarik beton: 0% = 6,74 MPa 0,02% = 7,19 MPa 0,03% = 6,52 MPa 0,05% = 3,33 MPa Kuat tekan beton: 0% = 10,56 MPa 0,02% = 8,58 MPa 0,03% = 6,60 MPa 0,05% = 7,07 MPa
4	(Purwanto dkk., 2021) “Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton”	Serat Sabut Kelapa	Kuat tekan beton: 0% = 237,79 kg/cm ² 1% = 228,73 kg/cm ² 2% = 212,88 kg/cm ² Kuat lentur beton: 0% = 19,20 kg/cm ² 1% = 21,60 kg/cm ² 2% = 21,73 kg/cm ²

Maka dapat disimpulkan, penambahan serat sabut kelapa dalam campuran beton akan mempengaruhi kekuatan tekan dan tarik beton. Penambahan serat sabut kelapa sebesar 0,5% akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan 1,5% dan 2,5%. Terdapat perbedaan signifikan dalam kekuatan tekan dan lentur beton antara campuran tanpa serat sabut kelapa (0%) dan campuran dengan serat sabut kelapa (1% dan 2%).

2.4.2 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah produk sampingan dari sektor pertanian yang dihasilkan melalui proses pembakaran sekam padi. Abu ini dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman serta sebagai bahan campuran dalam mortar, karena mengandung kadar silika yang tinggi. Kandungan silika yang tinggi pada abu sekam padi berasal dari penyerapan silika oleh tanaman padi dari tanah, yang kemudian disimpan dalam biji-bijian dan sekam yang melindungi biji tersebut.

Abu sekam padi mudah ditemukan di seluruh Indonesia karena padi merupakan makanan pokok bagi penduduknya. Karakteristik abu sekam padi yang halus dan kandungan silika aktif yang tinggi menjadi alasan untuk menggunakannya sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran mortar. Penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi semen adalah salah satu langkah untuk menjadikan mortar lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menyebarkan dampak penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kekuatan tekan mortar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, pengujian kekuatan tekan mortar dilakukan setelah 28 hari.

Data sekunder dari penelitian sebelumnya oleh Lubis (2004) menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata beton normal K-225 dan kuat tekan maksimum beton yang menggunakan campuran abu sekam padi pada umur 28 hari masing-masing mencapai 24,63 MPa dan 29,26 MPa, yang berarti terjadi peningkatan sebesar 18,84%. Penggunaan abu sekam padi yang kaya akan senyawa silika (SiO_2) sebagai substitusi sebagian semen dalam campuran beton dapat mengikat kapur mati Ca(OH)_2 , sehingga meningkatkan kuat tekan beton, mengurangi panas hidrasi, dan meningkatkan modulus elastisitas beton. Hal ini menghasilkan

kualitas beton yang lebih baik. Selain itu, abu sekam padi juga berfungsi sebagai pengisi pori atau celah (*mikrofiller*) di antara agregat halus.

Abu sekam padi dapat diklasifikasikan sebagai pozolan karena kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 -nya melebihi 70%, sesuai dengan standar kualitas pozolan yang ditetapkan. Meskipun pozolan tidak memiliki sifat semen, partikel halus nya dapat bereaksi dengan kapur padam dan udara untuk membentuk bahan perekat pada suhu tertentu. Jika ditambahkan air mani, abu sekam padi memiliki ukuran partikel antara 5–10 mikrometer, dengan bentuk yang seluler dan tidak teratur. Berat jenisnya berkisar antara 2,0 hingga 2,4 kg/m^3 , luas permukaan antara 20 hingga 50 m^2/kg , dan kandungan silika amorf berkisar antara 85% hingga 90% (Rahamudin dkk., 2016).

Tabel 2.4: Nilai pengujian beton abu sekam padi.

No	Nama dan Judul	Filler dan Campuran	Hasil
1	(Safarizki dkk., 2021) “Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal”	Abu sekam padi	Kuat tekan beton: 9% = 22,84 MPa 10% = 25,70 MPa
2	(Wora dan Ndale, 2019) “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi”	Abu Sekam Padi	Kuat tekan beton: 0% = 85,55 MPa 2,5% = 88,65MPa 5% = 91,41 MPa 7,5% = 94,17MPa 10% = 101,07 MPa 15% = 84,17 MPa
3	(Fatmawati dkk., 2020) “Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar”	Abu Sekam Padi	Kuat tekan mortar: 0% = 41,17 MPa 5% = 32,72 MPa 10% = 23,22 MPa 15% = 15,02 MPa 20% = 15,15 MPa

Berdasarkan data, kuat tekan beton meningkat pada 10% penggunaan abu sekam padi, tetapi mulai menurun pada 15%. Data menunjukkan bahwa kuat

tekan beton dengan 10% abu sekam padi mencapai 101,07 MPa, sedangkan mortar dengan 10% hanya mencapai 23,22 MPa. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa abu sekam padi merupakan limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan, mengurangi penggunaan semen konvensional yang berkontribusi pada emisi karbon. Meskipun data spesifik tentang modulus elastisitas tidak disertakan, pengaruh material tambahan seperti abu sekam padi dapat diasumsikan berdampak pada sifat mekanik beton.

Tabel 2.5: Komposisi senyawa kimia abu sekam padi.

Komponen	Kandungan (%)
CO ₂	0,10
SiO ₂	89,90
K ₂ O	4,50
P ₂ O ₅	2,45
CaO	1,01
MgO	0,79
Fe ₂ O ₃	0,47
Al ₂ O ₃	0,46
MnO	0,14
S	0 < LLD

2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan mortar merujuk pada kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang bekerja pada arah sejajar seratnya. Penting bagi mortar yang digunakan dalam bahan bangunan, terutama untuk pemasangan dinding bata, batako, atau dinding lainnya, untuk memiliki kekuatan yang memadai. Kuat tekan mortar biasanya diukur dalam satuan megapascal (MPa), yang menggambarkan nilai maksimum yang dapat dicapai (Ali dan Walujodjati, 2022). Besarnya kuat tekan dihitung dengan rumus:

$$f_c (\sigma_m) = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

$f_c (\sigma_m)$ = Kekuatan tekan mortar (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.6 Berat Jenis (*Density*)

Berat jenis mortar adalah parameter penting dalam menentukan kualitas campuran mortar. Faktor-faktor seperti komposisi bahan (semen, pasir, dan air), jenis agregat, dan penggunaan bahan tambahan sangat mempengaruhi berat jenis mortar. Memahami dan mengontrol berat jenis mortar sangat penting untuk memastikan kekuatan, daya rekat, dan performa mortar yang optimal dalam aplikasi konstruksi.

Dalam ilmu fisika, massa jenis, yang juga dikenal sebagai kerapatan, didefinisikan sebagai rasio antara massa suatu zat dan volume zat tersebut. Massa jenis umumnya diukur dalam satuan gram per sentimeter kubik (g/cm^3), pound per kaki kubik (lb/ft^3), atau kilogram per meter kubik (kg/m^3). Pengujian densitas memberikan informasi mengenai nilai kerapatan material yang sedang dianalisis. Proses pengujian ini dilakukan mengacu pada pedoman yang terdapat pada referensi, dan mencakup metode uji densitas, volume produksi campuran, serta kadar udara (gravimetrik) dalam beton (Ali dan Walujodjati, 2022).

Berikut persamaan dalam perhitungan nilai densitas:

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (2.2)$$

Dimana:

D = Berat jenis atau *density* (kg/m^3)
 M_c = Berat wadah ukur yang berisi mortar (kg)
 M_m = Berat wadah ukur (kg)
 V_m = Volume benda uji (m^3)

2.7 Penyerapan (*Absorpsi*)

Penyerapan air pada benda uji mortar cenderung sangat mudah terjadi dan dalam jumlah yang tinggi. Perilaku ini tentu saja merugikan dan tidak seharusnya dibiarkan. Oleh karena itu, perawatan yang baik dan tepat menjadi kunci utama yang harus selalu diperhatikan. Dengan perawatan yang sesuai, diharapkan benda

uji dapat terhindar dari masalah yang tidak diinginkan. Dalam proses ini, nilai penyerapan air dihitung berdasarkan acuan tertentu. Untuk beton ringan, nilai maksimum penyerapan air berada di kisaran 25% hingga 35% (Ali dan Walujodjati, 2022).

Besar penyerapan air dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Absorpsi mortar} = \left(\frac{W_w - W_d}{W_d} \right) \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana:

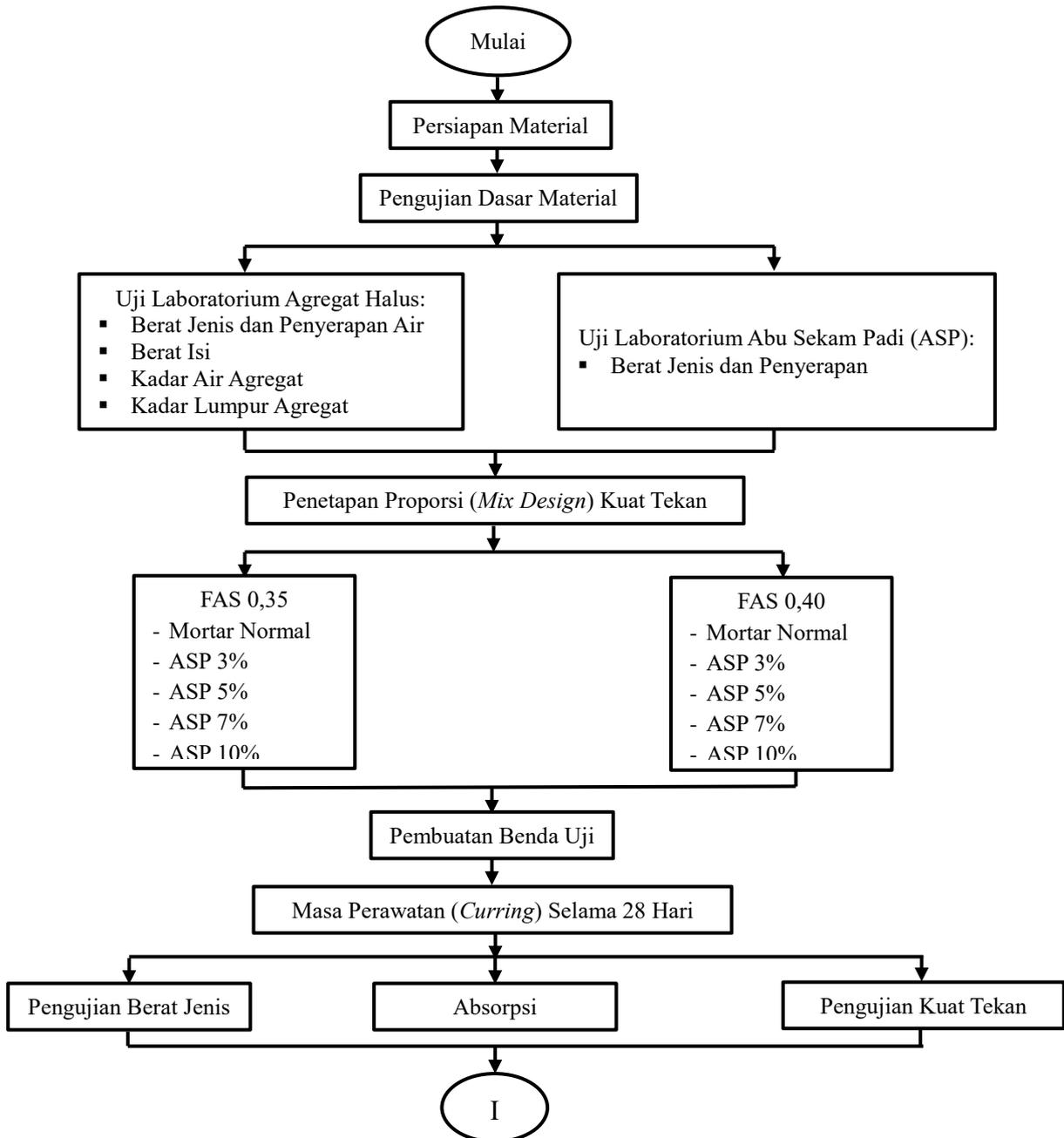
W_w = Berat sampel basah (kg/m^3)

W_d = Berat sampel kering (Kg/m^3)

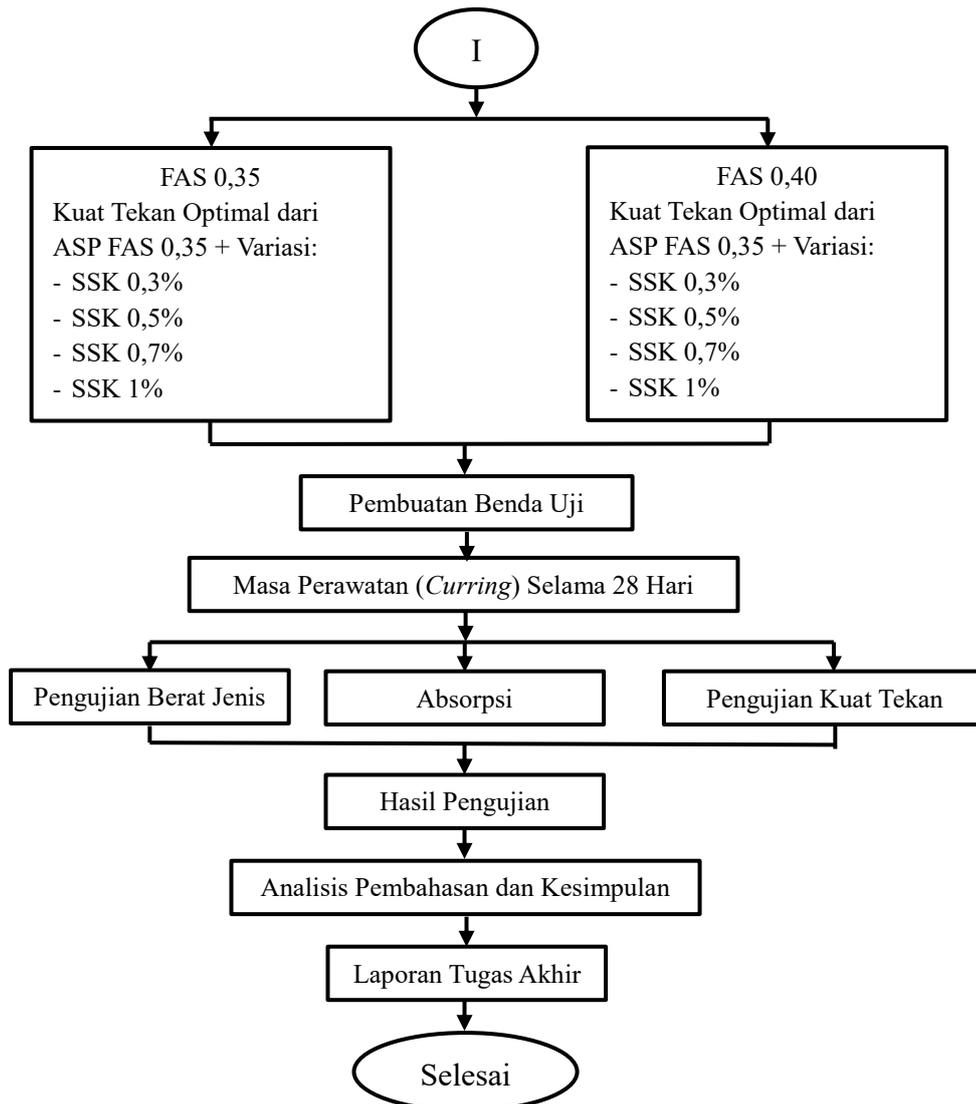
BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian.



Gambar 3.1: Lanjutan.

3.2 Tahap Pengambilan Data

Penelitian tersebut akan dilaksanakan melalui metode eksperimen laboratorium, di mana beberapa jenis uji coba akan dilakukan terkait dengan data yang telah dirancang sebelumnya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian yang dilaksanakan terbagi atas lima tahapan sebagai berikut:

1. Tahap I: Pada tahap ini, dilakukan persiapan material yang terdiri dari agregat halus, semen, air, abu sekam padi, dan serat sabut kelapa. Pengujian dasar material dilaksanakan pada sampel agregat halus dan abu sekam padi. Jenis

pengujian ini mencakup pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, serta kadar lumpur.

2. Tahap II: Tahap ini adalah fase perencanaan mortar, pembuatan benda uji, dan perawatan mortar. Proporsi bahan campuran mortar dihitung menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (SNI).
3. Tahap III: Dilaksanakan pengujian kuat tekan mortar dengan masing-masing campuran yang berbeda. Dengan ini penulis membuat 54 cetakan kubus ukuran 5cm x 5cm x 5cm dengan umur perendaman selama 28 hari.
4. Tahap IV: Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III, dilakukan analisis data. Analisis data ini berfungsi sebagai pembahasan hasil penelitian, yang kemudian memungkinkan penarikan kesimpulan dari penelitian tersebut.
5. Tahap V: Setelah mengumpulkan data hasil pengujian pada tahap IV, dibuatlah laporan tentang hasil penelitian yang sudah dilakukan.

3.3 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Sebuah metode atau tindakan yang diterapkan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan cara mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisis data yang telah diperoleh. Dalam penelitian ini, penyelesaian tidak terlepas dari data-data pendukung yang telah dikumpulkan. Data pendukung tersebut diperoleh dari:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium seperti: berat jenis dan penyerapan pasir, pemeriksaan berat isi pasir, pemeriksaan kadar lumpur pasir, pemeriksaan kadar air pasir, perbandingan dalam pencampuran mortar dan uji kuat tekan mortar.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa jurnal dan buku yang berhubungan dengan teknik mortar (*literatur*) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing. Serta data yang telah ditentukan pada Standar

Nasional Indonesia (SNI) dan hasil laporan dari penelitian-penelitian mortar sebelumnya.

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan merupakan jenis metode *eksperimental*, dimana dilakukan pembuatan sampel benda uji berupa mortar dengan menggunakan 2 jenis FAS sebesar 0,35 dan 0,40. Kemudian selanjutnya untuk penggantian semen sebagian dengan abu sekam padi dan penambahan serat sabut kelapa dilakukan dengan variasi sebagai berikut:

3.4.1 Benda uji untuk kuat tekan pertama

1. Variasi Abu Sekam Padi 0% (Normal): Tidak ada penambahan campuran abu sekam padi pada variasi ini. Hal ini didasarkan bahwa variasi ini adalah sebagai variasi pengontrol terhadap variasi lainnya.
2. Variasi Abu Sekam Padi 3%: Pada variasi ini, digunakan abu sekam padi sebesar 3% dari berat keseluruhan semen yang akan digunakan. Jadi semen yang akan digunakan sebesar 97% dan abu sekam padi sebesar 3%.
3. Variasi Abu Sekam Padi 5%: Pada variasi ini, digunakan abu sekam padi sebesar 5% dari berat keseluruhan semen yang akan digunakan. Jadi semen yang akan digunakan sebesar 95% dan abu sekam padi sebesar 5%.
4. Variasi Abu Sekam Padi 7%: Pada variasi ini, digunakan abu sekam padi sebesar 7% dari berat keseluruhan semen yang akan digunakan. Jadi semen yang akan digunakan sebesar 93% dan abu sekam padi sebesar 7%.
5. Variasi Abu Sekam Padi 10%: Pada variasi ini, digunakan abu sekam padi sebesar 10% dari berat keseluruhan semen yang akan digunakan. Jadi semen yang akan digunakan sebesar 90% dan abu sekam padi sebesar 10%.

3.4.2 Benda Uji Untuk Kuat Tekan Kedua

1. Variasi Serat Sabut Kelapa 0,3%: Penggunaan serat sabut kelapa pada variasi ini sebanyak 0,3% dari berat keseluruhan benda uji dan menggunakan variasi

abu sekam padi dengan nilai kuat tekan terbesar pada pengujian kuat tekan pertama.

2. Variasi Serat Sabut Kelapa 0,5%: Penggunaan serat sabut kelapa pada variasi ini sebanyak 0,5% dari berat keseluruhan benda uji dan menggunakan variasi abu sekam padi dengan nilai kuat tekan terbesar pada pengujian kuat tekan pertama.
3. Variasi Serat Sabut Kelapa 0,7%: Penggunaan serat sabut kelapa pada variasi ini sebanyak 0,7% dari berat keseluruhan benda uji dan menggunakan variasi abu sekam padi dengan nilai kuat tekan terbesar pada pengujian kuat tekan pertama.
4. Variasi Serat Sabut Kelapa 1%: Penggunaan serat sabut kelapa pada variasi ini sebanyak 1% dari berat keseluruhan benda uji dan menggunakan variasi abu sekam padi dengan nilai kuat tekan terbesar pada pengujian kuat tekan pertama.

3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jenis penelitian ini adalah penelitian dengan metode eksperimen laboratorium. Untuk waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan yaitu pada bulan Januari s/d Maret.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1. Alat

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus.

Saringan agregat halus yang akan digunakan dalam pengujian.



Gambar 3.2: Satu set saringan.

2. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat sampai dalam kondisi SSD.



Gambar 3.3: Oven.

3. Ember.

Ember digunakan untuk menampung air dan agregat dalam pembuatan benda uji.



Gambar 3.4: Ember.

4. Timbangan digital.

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian.



Gambar 3.5: Timbangan digital.

5. Plastik ukuran 5 kg.

Plastik digunakan untuk menyimpan bahan yang akan ditimbang.



Gambar 3.6: Plastik.

6. Kuas.

Kuas digunakan untuk mengoleskan vaselin pada cetakan benda uji saat akan dituangkan.



Gambar 3.7: Kuas.

7. Sekop tangan.

Sekop tangan digunakan untuk mengambil bahan material pada penelitian.



Gambar 3.8: Sekop tangan.

8. Terpal.

Terpal digunakan untuk meletakkan bahan saat akan dijemur.



Gambar 3.9: Terpal.

9. Pan.

Digunakan untuk meletakkan bahan atau agregat yang akan dicuci.



Gambar 3.10: Pan.

10. Pikhometer.

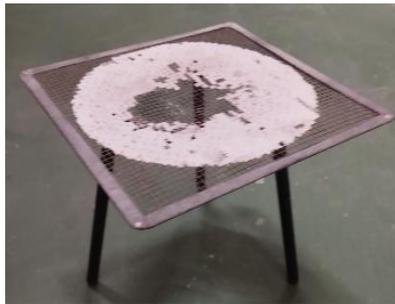
Pikhometer digunakan untuk mengukur banyak campuran air yang digunakan pada campuran pembuatan mortar.



Gambar 3.11: Piknometer.

11. Kawat kasa dan kaki tiga.

Kawat kasa digunakan untuk menjadi alas antara tabung dengan api. Kaki tiga digunakan untuk menyangga alat dalam pemanasan pengujian berat jenis.



Gambar 3.12: Kaki tiga dan kawat kasa.

12. Spirtus.

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



Gambar 3.13: Spirtus.

13. Cetakan kerucut pasir (*metal sendcone mold*) dan tongkat pemadat.

Cetakan kerucut pasir digunakan untuk memasukkan pasir yang akan diuji untuk melihat agregat halus dalam kondisi SSD. Tongkat pemadat digunakan untuk memadatkan agregat yang diuji yang berada di dalam cetakan kerucut.



Gambar 3.14: Cetakan kerucut pasir dan tongkat pemadat.

14. Masker.

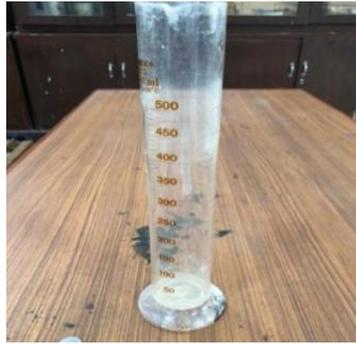
Digunakan untuk melindungi mulut atau muka dari debu dan kotoran.



Gambar 3.15: Masker.

15. Gelas ukur.

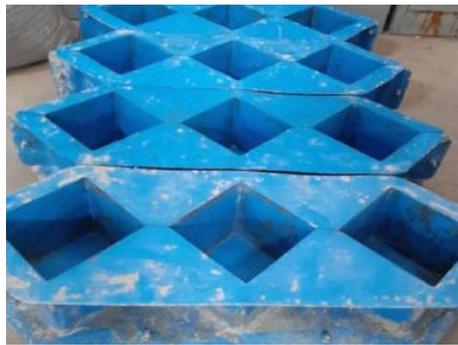
Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyak air yang digunakan dalam pencampuran mortar.



Gambar 3.16: Gelas ukur.

16. Cetakan benda uji.

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan cetakan kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.



Gambar 3.17: Cetakan mortar.

17. Bak perendam.

Digunakan untuk merendam benda uji selama waktu yang direncanakan.



Gambar 3.18: Bak perendam.

18. Sarung tangan.

Digunakan untuk melindungi tangan pada saat pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.19: Sarung tangan.

19. Mesin pengaduk (bor).

Digunakan untuk mengaduk semen dan pasir agar pengadukan tercampur merata.



Gambar 3.20: Mesin pengaduk.

20. Mesin pengujian kuat tekan.

Digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan pada benda uji.



Gambar 3.21: Mesin uji kuat tekan.

3.6.2. Bahan

Komponen bahan pembentuk ferosemen yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang direncanakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang PCC (*Portland Composit Cement*) sesuai SNI 7064; 2022. Semen *portland* ialah semen hidrolis yang dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu.



Gambar 3.22: Semen PCC.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil 0,15 mm - 5 mm menurut (SK SNI T-15-1991-03).



Gambar 3.23: Agregat halus lolos saringan no 4.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 3.24: Air bersih.

4. Abu sekam padi

Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedagang kaki lima sekitar kota medan.



Gambar 3.25: Abu sekam padi.

5. Serat sabut kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pedagang kaki lima sekitar kota medan.



Gambar 3.26: Serat sabut kelapa.

3.7 Pemeriksaan Bahan

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksaan, diantaranya:

3.7.1. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah produk sampingan dari sektor pertanian yang dihasilkan melalui proses pembakaran sekam padi. Abu ini dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman serta sebagai bahan campuran dalam ferosemen, karena mengandung kadar silika yang tinggi. Langkah-langkah pengerjaan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi:

1. Menyiapkan alat dan bahan.



Gambar 3.27: Menyiapkan alat dan bahan.

2. Menimbang benda uji sebanyak 500 gr.



Gambar 3.28: Menimbang benda uji.

3. Menimbang piknometer dengan keadaan piknometer terisi air.



Gambar 3.29: Menimbang piknometer penuh air.

4. Membuang air yang ada di dalam piknometer.



Gambar 3.30: Membuang air dalam piknometer.

5. Memasukkan abu sekam padi ke dalam piknometer dengan menggunakan corong dan mengisinya dengan air sehingga penuh, kemudian menimbang dan mencatatnya.



Gambar 3.31: Memasukkan abu sekam padi kedalam piknometer.

6. Memanaskan piknometer yang telah berisi air, serta abu sekam padi tersebut selama kurang lebih 15 menit, mengangkat dan menggoyangkan piknometer tersebut setiap 5 menit sekali untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap.



Gambar 3.32: Memanaskan piknometer.

7. Merendam piknometer selama kurang lebih 24 jam di dalam ember yang telah diisi air terlebih dahulu.



Gambar 3.33: Merendam piknometer.

8. Setelah kurang lebih 24 jam, mengeluarkan abu sekam padi dan piknometer dan menurulkannya ke dalam wadah sehingga tidak ada lagi abu sekam padi yang tertinggal pada piknometer.



Gambar 3.34: Mengeluarkan abu sekam padi dari dalam piknometer.

9. Memasukkan wadah yang berisi abu sekam padi ke dalam oven dan mengeringkannya selama kurang lebih 24 jam.



Gambar 3.35: Memasukkan abu sekam padi kedalam oven.

10. Mengeluarkan wadah di dalam oven lalu menimbanginya dan mencatatnya.



Gambar 3.36: Menimbang benda uji setelah dioven.

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

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

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

$$\text{a. Berat jenis contoh kering} = \frac{E}{B+D-C} \quad (3.1)$$

$$\text{b. Berat jenis contoh SSD} = \frac{B}{B+D-C} \quad (3.2)$$

$$\text{c. Berat jenis contoh semu} = \frac{E}{E+D-C} \quad (3.3)$$

$$\text{d. Penyerapan} = \frac{B-E}{E} \times 100\% \quad (3.4)$$

3.7.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Menurut SNI-1970-2008, agregat halus merupakan agregat ukuran butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No. 4). Cara uji ini digunakan untuk menentukan setelah (24+4) jam di dalam air berat jenis curah kering dan berat jenis semu, berat jenis curah dalam kondisi jenuh kering permukaan, serta penyerapan air. Dalam keadaan SSD untuk menentukan berat jenis pasir. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128-01 2001). Langkah-langkah pengerjaan berat jenis dan penyerapan agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan, pasir yang lolos ayakan No 4.



Gambar 3.37: Mengayak pasir lolos saringan no 4.

2. Menjemur contoh agregat halus untuk mendapatkan kondisi SSD (kering permukaan).



Gambar 3.38: Menjemur agregat halus.

3. Memasukkan contoh agregat yang telah dikeringkah kedalam cetakan kerucut pasir (metal sandcone mold) $\frac{1}{3}$ bagian yang kemudian ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali untuk bagian pertama, mengisi $\frac{1}{3}$ bagian lagi untuk bagian kedua dan menusuknya sebanyak 25 kali kemudian mengisi hingga penuh lagi dan diratakan dengan mistar perata.



Gambar 3.39: Memasukkan contoh pasir kedalam cetakan kerucut pasir.

4. Mengangkat cetakan kerucut pasir secara perlahan. Bila agregat runtuh maka didapatlah agregat dalam kondisi SSD.



Gambar 3.40: Mengangkat cetakan kerucut pasir secara perlahan.

5. Menimbang benda uji sebanyak 500 gr.



Gambar 3.41: Menimbang benda uji.

6. Menimbang piknometer dengan keadaan piknometer terisi air.



Gambar 3.42: Menimbang piknometer penuh air.

7. Membuang air yang ada di dalam piknometer.



Gambar 3.43: Membuang air dalam piknometer.

8. Memasukkan agregat halus ke dalam piknometer dengan menggunakan corong dan mengisinya dengan air sehingga penuh, kemudian menimbang dan mencatatnya.



Gambar 3.44: Memasukkan pasir kedalam piknometer.

9. Memanaskan piknometer yang telah berisi air, serta agregat halus tersebut selama kurang lebih 15 menit, mengangkat dan menggoyangkan piknometer tersebut setiap 5 menit sekali untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap.



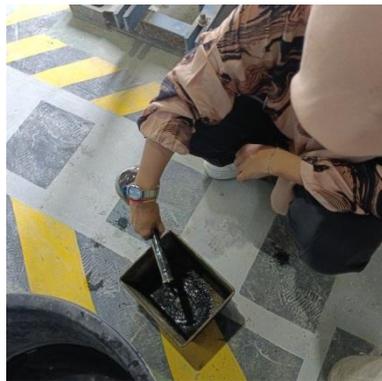
Gambar 3.45: Memanaskan piknometer.

10. Merendam piknometer selama kurang lebih 24 jam di dalam ember yang telah diisi air terlebih dahulu.



Gambar 3.46: Merendam piknometer.

11. Setelah kurang lebih 24 jam, mengeluarkan agregat halus dan piknometer dan menurulkannya ke dalam wadah sehingga tidak ada lagi agregat halus yang tertinggal pada piknometer.



Gambar 3.47: Mengeluarkan pasir dari dalam piknometer.

12. Memasukkan wadah yang berisi agregat ke dalam oven dan mengeringkannya selama kurang lebih 24 jam.



Gambar 3.48: Memasukkan pasir kedalam oven.

13. Mengeluarkan wadah di dalam oven lalu menimbanginya dan mencatatnya.



Gambar 3.49: Menimbang benda uji setelah dioven.

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Berat contoh SSD (B)

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

Berat piknometer jenuh air (D)

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (C)

$$e. \text{ Berat jenis contoh kering} = \frac{E}{B+D-C} \quad (3.5)$$

$$f. \text{ Berat jenis contoh SSD} = \frac{B}{B+D-C} \quad (3.6)$$

$$g. \text{ Berat jenis contoh semu} = \frac{E}{E+D-C} \quad (3.7)$$

$$h. \text{ Penyerapan} = \frac{B-E}{E} \times 100\% \quad (3.8)$$

3.7.3. Berat Isi

Metode pengujian ini mencakup penentuan kepadatan massal agregat dalam kondisi dipadatkan atau longgar dan dihitung kekosongan antara partikel (rongga) dalam agregat halus. Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi agregat halus. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4804-1998 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Langkah-langkah pengerjaan berat isi agregate halus:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.



Gambar 3.50: Mempersiapkan alat dan bahan.

2. Agregat dalam kondisi kering oven.



Gambar 3.51: Pasir kondisi kering.

3. Meletakkan agregat halus kedalam pan.



Gambar 3.52: Meletakkan pasir kedalam pan.

4. Menimbang wadah baja dan mengukur diameter wadah untuk mengetahui volume wadah kemudian mencatatnya.



Gambar 3.53: Menimbang wadah baja.



Gambar 3.54: Mengukur wadah baja.

5. Menurut ASTM 29/C 29M-97 (2003) dan SNI 03-4804 (1998) ada 3 metode yaitu:
 - a. Cara lepas/gembur
 1. Memasukkan contoh bahan kedalam wadah besi hingga penuh menggunakan sekop tangan (dengan cara jatuh bebas dari ketinggian 5 cm diatas permukaan wadah).



Gambar 3.55: Memasukkan contoh menggunakan sekop tangan ketinggian 5 cm.

2. Setelah penuh kemudian meratakan permukaan wadah dengan mistar perata.



Gambar 3.56: Meratakan permukaan wadah.

3. Kemudian menimbangya (benda uji + wadah) dan mencatatnya.



Gambar 3.57: Menimbang benda uji.

b. Cara penusukan

1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menusknya dengan tongkat pematik sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian yang penuh.



Gambar 3.58: Menusuk benda uji dengan tongkat pematik.

2. Menambahkan kembali benda uji kedalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya dengan mistar perata.



Gambar 3.59: Meratakan permukaan wadah.

3. Kemudian menimbanginya (benda uji + wadah) dan mencatatnya.



Gambar 3.60: Menimbang benda uji.

c. Cara penggoyangan

1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak $\frac{1}{3}$ tinggi wadah kemudian menggoyangkan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah secara bergantian sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian $\frac{2}{3}$ dan ketinggian penuh.



Gambar 3.61: Menggoyangkan benda uji.

2. Menambah kembali benda uji ke dalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya menggunakan mistar perata.



Gambar 3.62: Meratakan permukaan wadah.

3. Kemudian menimbang dan mencatatnya.



Gambar 3.63: Menimbang benda uji.

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Volume wadah $= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$ (3.9)

$$\text{b. Berat contoh} = (\text{berat wadah+isi}) - (\text{berat wadah}) \quad (3.10)$$

$$\text{c. Berat isi} = \frac{\text{Berat Contoh}}{\text{Volume Wadah}} \quad (3.11)$$

3.7.4. Kadar Air Agregat Halus

Metode pengukuran kadar air ini adalah metode yang mengukur kadar air dalam agregat dimana secara ideal adalah menghitung kondisi kadar air kering permukaan atau *Saturated Surface Dry (SSD)* terhadap kondisi agregat kering hasil oven, yang diukur sebagai kadar berat air dalam agregat. Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan kelembaban permukaan dan pori-pori agregat. Sehingga tujuan pengujian ini mencakup penentuan persentase kelembaban yang dapat menguap dalam sampel agregat dengan pengeringan, baik kelembaban permukaan dan kelembaban di pori-pori agregat. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C556-97 serta mengikuit buku panduan praktikum beton Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Langkah-langkah pengerjaan kadar air agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk percobaan.



Gambar 3.64: Menyiapkan alat dan bahan.

2. Menyaring contoh agregat dengan saringan yang lolos saringan No 4 seberat 500 gram untuk mewakili jumlah besar bahan yang akan digunakan.



Gambar 3.65: Menyaring pasir dengan saringan no 4.

3. Menimbang wadah yang akan digunakan sebagai wadah dan menimbanginya.



Gambar 3.66: Menimbang wadah.

4. Mengambil contoh bahan saringan No 4 kemudian memasukkan ke dalam wadah dan menimbanginya.



Gambar 3.67: Memasukkan contoh bahan ke dalam wadah.

5. Mengeringkan contoh bahan ke dalam oven sampai batas konstan selama kurang lebih 24 jam dengan suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.68: Mengeringkan contoh bahan kedalam oven.

6. Mengeluarkan contoh bahan dari oven lalu mendinginkannya selanjutnya menimbangya.



Gambar 3.69: Mengeluarkan contoh bahan dari oven.

7. Mencatat hasil kadar air dari masing-masing agregat yang ditimbang pada saat setelah didinginkan.



Gambar 3.70: Mencatat hasil kadar air.

8. Membersihkan alat yang digunakan kemudian menyimpannya kembali.

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Berat wadah + kondisi SSD (w_1)

Berat wadah + contoh kering oven (w_2)

Berat wadah (w_3)

a. Berat air $= w_1 - w_2$ (3.12)

b. Berat contoh kering $= w_2 - w_3$ (3.13)

c. Kadar air (ω) $= \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\%$ (3.14)

3.7.5. Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur yang dimaksud adalah lumpur yang menempel baik dipermukaan maupun dalam pori-pori dan rongga udara agregat. Agregat halus yang dimaksud adalah agregat yang lolos saringan 5 mm atau 4,75 mm. Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan metode penentuan kadar lumpur dalam agregat halus dengan metode pembersihan pada agregat kering oven. Sementara tujuannya adalah menentukan besar kadar lumpur dalam sampel agregat sehingga dapat menentukan kondisi agregat terhadap syarat batas yang ditentukan. Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan standar-standar SNI 03-2461-1991/2002, SK SNI S-04-1989-F.ASTM C-33 dan BS 812. Langkah-langkah pengerjaan kadar lumpur agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.



Gambar 3.71: Menyiapkan alat dan bahan.

2. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No 4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.



Gambar 3.72: Mengayak pasir dengan saringan no 4.

3. Menimbang berat contoh setelah diayak.



Gambar 3.73: Menimbang berat contoh.

4. Mencuci sampel dengan air bersih, kemudian menyaring agregat halus dengan saringan No 200, dilakukan berulang-ulang sampai air cucian tidak keruh.



Gambar 3.74: Mencuci sampel dengan air bersih dan menyaringnya.

5. Memasukkan agregat basah (yang telah dicuci) ke dalam wadah dan menimbangnya.



Gambar 3.75: Memasukkan pasir basah ke dalam wadah dan menimbangya.

6. Memasukkan sampel ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$.



Gambar 3.76: Memasukkan sampel ke dalam oven.

7. Mengeluarkan sampel dari dalam oven kemudian menimbang dan mencatat beratnya (mendinginkan sampel pada suhu ruangan sebelum ditimbang).



Gambar 3.77: Mengeluarkan sampel dari oven dan menimbangya.

8. Kemudian memasukkan kembali ke dalam oven selama 10 menit.



Gambar 3.78: Memasukkan kembali benda uji kedalam oven.

9. Lalu mengeluarkan bahan uji kemudian menimbang dan mencatat hasilnya.



Gambar 3.79: Mengeluarkan benda uji dan menimbangya.

10. Membersihkan dan mengembalikan alat ketempat semula.

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Berat contoh kering (A)

Berat contoh kering setelah dicuci (B)

- a. Berat kotoran agregat halus lolos saringan No 200 setelah dicuci (C)

$$C = A - B \quad (3.15)$$

- b. Persentase kotoran agregat lolos saringan No 200 setelah dicuci (D)

$$D = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.16)$$

3.8 Pelaksanaan Penelitian

3.8.1. Perencanaan Campuran Mortar

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran mortar, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk mortar sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus serta

abu. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran mortar berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

3.8.2. Mix Design

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk mortar untuk memperoleh suatu campuran mortar yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

Pada penelitian ini abu sekam padi digunakan sebagai bahan alternatif pengganti semen sebagian sebanyak 24 sampel. Benda uji dibuat dengan menambahkan variasi-variasi abu sekam padi sebesar 3%, 5%, 7% dan 10% (Rahmat and Adnan, 2022). Pada penelitian ini juga menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambahan mortar sebanyak 24 sampel dengan variasi yang berbeda beda yaitu variasi 0,3%, 0,5%, 0,7% dan 1% (Hermansyah and Sachroudi, 2023).

Untuk nilai rasio air-semen atau dikenal dengan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,35 dan 0,40. Untuk semen dan pasir digunakan rasio 1:3. Untuk lebih jelasnya jumlah sampel benda uji yang akan di buat terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.1: Perencanaan benda uji mortar FAS 0,35.

No.	Tes	FAS	Semen	Pasir	ASP	SSK	Tes	Metode Reinforcement	Jumlah Sample	Nilai Kuat Tekan (MPa)
1	Normal	0,35	1	3	-	-	cube 5x5x5	-	3	6,47
2	Tes 1.A	0,35	97%	3	3%	-	cube 5x5x5	-	3	6,28
		0,35	95%	3	5%	-	cube 5x5x5	-	3	6,87
		0,35	93%	3	7%	-	cube 5x5x5	-	3	5,89
		0,35	90%	3	10%	-	cube 5x5x5	-	3	4,32

Tabel 3.1: *Lanjutan*

No.	Tes	FAS	Semen	Pasir	ASP	SSK	Tes	Metode Reinforcement	Jumlah Sample	Nilai Kuat Tekan (MPa)
3	Tes 1.B	0,35	95%	3	5%	0,3%	cube 5x5x5	Sebar	3	6,67
		0,35	95%	3	5%	0,5%	cube 5x5x5	Sebar	3	6,28
		0,35	95%	3	5%	0,7%	cube 5x5x5	Sebar	3	5,10
		0,35	95%	3	5%	1%	cube 5x5x5	Sebar	3	2,75
Total sampel									27	

Tabel 3.2: Perencanaan benda uji mortar FAS 0,40.

No.	Tes	FAS	Semen	Pasir	ASP	SSK	Tes	Metode Reinforcement	Jumlah Sample	Nilai Kuat Tekan (MPa)
4	Normal	0,40	1	3	-	-	cube 5x5x5	-	3	6,87
5	Tes 2.A	0,40	97%	3	3%	-	cube 5x5x5	-	3	6,87
		0,40	95%	3	5%	-	cube 5x5x5	-	3	7,06
		0,40	93%	3	7%	-	cube 5x5x5	-	3	6,57
		0,40	90%	3	10%	-	cube 5x5x5	-	3	5,10
6	Tes 2.B	0,40	95%	3	5%	0,3%	cube 5x5x5	Sebar	3	11,77
		0,40	95%	3	5%	0,5%	cube 5x5x5	Sebar	3	9,03
		0,40	95%	3	5%	0,7%	cube 5x5x5	Sebar	3	7,85
		0,40	95%	3	5%	1%	cube 5x5x5	Sebar	3	6,67
Total sample									27	

3.8.3. Abu Sekam Padi

Kulit padi yang merupakan limbah dari proses penggilingan dibakar untuk memproduksi abu sekam padi (*Rice Husk Ash*). Warna abu yang dihasilkan dari sekam padi bervariasi, mulai dari putih, keabu-abuan, hingga hitam, tergantung pada suhu saat pembakaran.



Gambar 3.80: Abu sekam padi.

3.8.4. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang digunakan sebagai tulangan dalam ferosemen yaitu serat yang tidak basah dan bersih dari kotoran yang menempel.

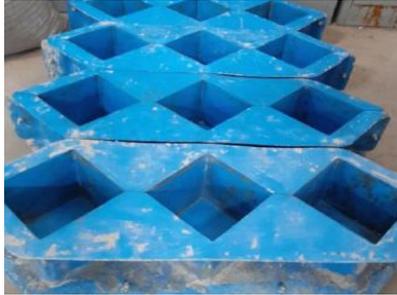


Gambar 3.81: Serat sabut kelapa.

3.8.5. Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji direncanakan dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6882, 2002) Tentang Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan ASTM C109.

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm.



Gambar 3.82: Cetakan mortar.

1. Langkah-Langkah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Pertama

1. Melakukan pengujian berat isi, kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan.
2. Merencanakan proporsi campuran mortar 1:3 (*mix design*).
3. Menimbang masing-masing bahan dengan berat yang telah ditentukan melalui *mix design*.



Gambar 3.83: Menimbang bahan.

4. Masukkan bahan-bahan adonan dimulai dari pasir, abu sekam padi, dan semen.



Gambar 3.84: Memasukkan bahan-bahan adonan.

5. Mengaduk semua bahan hingga merata menggunakan mesin bor.



Gambar 3.85: Mengaduk semua bahan menggunakan mesin bor.

6. Masukkan air kedalam adonan mortar sedikit demi sedikit agar adonan menjadi rata menyeluruh.



Gambar 3.86: Memasukkan air kedalam adonan mortar.

7. Mematikan mesin bor.
8. Mengolesi cetakan menggunakan oli agar benda uji tidak lengket pada cetakan saat dibongkar.



Gambar 3.87: Mengoles cetakan dengan oli.

- Menuangkan adonan mortar kedalam cetakan kubus secara merata dan bertahap.



Gambar 3.88: Menuangkan adonan mortar kedalam cetakan.

- Meratakan permukaan adonan mortar pada cetakan dengan pisau perata.



Gambar 3.89: Meratakan permukaan mortar.

- Mendiamkan cetakan selama 24 jam hingga mortar mengeras dengan sendirinya.



Gambar 3.90: Mendiamkan sampel dalam cetakan selama 24 jam.

12. Membuka cetakan setelah 24 jam dan biarkan mortar hingga benar-benar mengering.



Gambar 3.91: Membuka cetakan mortar.

13. Setelah cukup kering, merendam benda uji kedalam air selama umur rencana 28 hari.



Gambar 3.92: Merendam benda uji selama 28 hari.

14. Melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dengan mengoven benda uji selama 24 jam, suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.93: Melakukan pengujian berat jenis.

15. Melakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin *compression test*.



Gambar 3.94: Melakukan pengujian kuat tekan.

2. Langkah-langkah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Kedua

1. Melakukan pengujian berat isi, kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan.
2. Merencanakan proporsi campuran mortar 1:3 (*mix design*).
3. Menimbang masing-masing bahan dengan berat yang telah ditentukan melalui *mix design*.



Gambar 3.95: Menimbang bahan.

4. Masukkan bahan-bahan adonan dimulai dari pasir, abu sekam padi, semen, dan serat sabut kelapa.



Gambar 3.96: Memasukkan bahan-bahan adonan.

5. Mengaduk semua bahan hingga merata menggunakan mesin bor.



Gambar 3.97: Mengaduk semua bahan.

6. Masukkan air kedalam adonan mortar sedikit demi sedikit agar adonan menjadi rata menyeluruh.



Gambar 3.98: Masukkan air kedalam adonan.

7. Mematikan mesin bor.
8. Mengolesi cetakan menggunakan oli agar benda uji tidak lengket pada cetakan saat dibongkar.



Gambar 3.99: Mengoles cetakan menggunakan oli.

9. Menuangkan adonan mortar kedalam cetakan kubus secara merata dan bertahap.



Gambar 3.100: Menuang adonan mortar ke dalam cetakan.

10. Meratakan permukaan adonan mortar pada cetakan dengan pisau perata.



Gambar 3.101: Meratakan permukaan mortar.

11. Mendingkan cetakan selama 24 jam hingga mortar mengeras dengan sendirinya.



Gambar 3.102: Mendingkan cetakan selama 24 jam.

12. Membuka cetakan setelah 24 jam dan biarkan mortar hingga benar-benar mengering.



Gambar 3.103: Membuka cetakan setelah 24 jam.

13. Setelah cukup kering, merendam benda uji kedalam air selama umur rencana 28 hari.



Gambar 3.104: Merendam benda uji.

14. Melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan dengan mengoven benda uji selama 24 jam, suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.105: Melakukan pengujian berat jenis.

15. Melakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin *compression test*.



Gambar 3.106: Melakukan pengujian kuat tekan kedua.

3.8.6. Perawatan Benda Uji

Setelah pembuatan benda uji, maka dilakukan 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 rencana 28 hari. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perendaman benda uji adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.



Gambar 3.107: Dokumentasi mengeluarkan benda uji mortar dari cetakan.

2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih.



Gambar 3.108: Mengisi ember dengan air untuk bak perendaman.

4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.



Gambar 3.109: Dokumentasi merendam benda uji mortar.

5. Diamkan benda uji tersebut pada umur 28 hari, lalu angkat.



Gambar 3.110: Perendaman benda uji mortar

6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.



Gambar 3.111: Menimbang benda uji setelah perendaman.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Agregat Halus

4.1.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	gr	500	500	500
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	gr	955	955	955
Berat piknometer penuh air (D)	gr	650	650	650
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	gr	490	493	491,5
Berat jenis contoh kering = $\frac{E}{B+D-C}$	gr	2,51	2,53	2,52
Berat jenis contoh SSD = $\frac{B}{B+D-C}$	gr	2,56	2,56	2,56
Berat jenis contoh semu = $\frac{E}{E+D-C}$	gr	2,65	2,62	2,635
Penyerapan = $\frac{B-E}{E} \times 100\%$	%	2,04	1,42	1,73

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus dari 2 sampel dengan berat contoh SSD kering permukaan jenuh rata-rata sebanyak 500 gr 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.

4.1.2 Berat Isi

Pada pengujian berat isi didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2: Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus.

Uraian	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	Rata-rata
Berat Wadah	gr	5325	5325	5325	5325
Tinggi wadah	cm	24	24	24	24
Diameter wadah	cm	24	24	24	24
Berat contoh	gr	15295	16485	16230	16003,33
Volume wadah	cm ³	10851,84	10851,84	10851,84	10851,84
Berat contoh + wadah	gr	20620	21810	21555	21328,33
Berat isi	gr/cm ³	1,41	1,52	1,50	1,48

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

4.1.3 Pemeriksaan Kadar Air

Pada pengujian kadar air didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat wadah (w ₃)	gr	520	520	520
Berat contoh SSD dan wadah (w ₁)	gr	1020	1020	1020
Berat contoh SSD	gr	500	500	500
Berat contoh kering oven + wadah (w ₃)	gr	1010	1009	1009,5
Berat air (w ₁ - w ₂)	gr	10	11	10,5
Berat contoh kering (w ₂ - w ₃)	gr	490	491	490,5
Kadar air $\left(\frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3}\right) \times 100\%$	%	2,04	2,24	2,14

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

4.1.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pada pengujian kadar lumpur didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II
Berat contoh kering (A)	gr	500	500
Berat kering contoh setelah dicuci (B)	gr	475	486
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah di cuci (C) = (A – B)	gr	25	14
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (D) = $\left(\frac{C}{A} \times 100\%\right)$	%	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.

4.2 Pemeriksaan Abu Sekam Padi

4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan air abu sekam padi didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi.

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	gr	100	100	100
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	gr	665	665	665
Berat piknometer penuh air (D)	gr	650	650	650
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	gr	80	87	83,5
Berat jenis contoh kering = $\frac{E}{B+D-C}$	gr	0,94	1,02	0,98
Berat jenis contoh SSD = $\frac{B}{B+D-C}$	gr	1,18	1,18	1,18

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi (lanjutan).

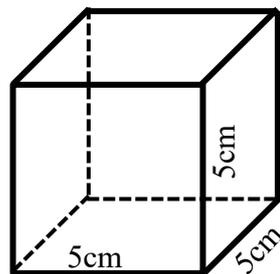
Berat jenis contoh semu = $\frac{E}{E+D-C}$	gr	1,23	1,21	1,22
Penyerapan = $\frac{B-E}{E} \times 100\%$	%	25	14,94	19,97

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air abu sekam padi dari 2 sampel dengan berat contoh SSD kering permukaan jenuh rata-rata sebanyak 100 gr maka pada percobaan ini didapatkan nilai rata-rata berat jenis contoh kering 0,98 gr, berat jenis contoh SSD 1,18 gr dan berat jenis contoh semu 1,22 gr.

4.3 Mix Design

Acuan : SNI 03-6882-2002 (Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan) ASTM C109.

Dimensi Benda Uji:



Gambar 4.1: Dimensi Cetakan Mortar.

Menghitung campuran mortar dengan perbandingan 1:3

$$\text{Berat cetakan mortar} = 1766,7 \text{ gram}$$

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

$$\text{Berat isi semen} = 1250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat isi pasir} = 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume jenis air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

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

- Perbandingan semen dan pasir adalah 1 semen : 3 pasir

Penyebutan pasir dan semen disamakan $\rightarrow x$

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

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

$$x = 0,25 \text{ m}^3$$

- Jumlah semen yang digunakan untuk 1 m^3

$$\text{Semen} = 1 \rightarrow 1 \times 0,25 = 0,25 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{semen} \times \text{berat isi semen} &= 0,25 \times 1250 \\ &= 312,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Jumlah pasir digunakan untuk 1 m^3

$$\text{Pasir} = 3 \rightarrow 3 \times 0,25 = 0,75 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{pasir} \times \text{berat isi pasir} &= 0,75 \times 1400 \\ &= 1050 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Jumlah air yang digunakan untuk 1 m^3 (FAS 0,35)

$$\begin{aligned} \text{Air (Ls)} &= \text{jumlah semen} \times 0,35 \\ &= 312,5 \times 0,35 \\ &= 109,375 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Jumlah air yang digunakan untuk 1 m^3 (FAS 0,40)

$$\begin{aligned} \text{Air (Ls)} &= \text{jumlah semen} \times 0,40 \\ &= 312,5 \times 0,40 \\ &= 125 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.3.1 Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Pertama

❖ FAS 0,35

- Mortar Normal

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times \text{volume cetakan} \\ &\quad \text{mortar} \\ &= 312,5 \times 0,000125 \\ &= 0,03906 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= \text{jumlah pasir yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times \text{volume cetakan} \\ &\quad \text{mortar} \end{aligned}$$

$$= 1050 \times 0,000125$$

$$= 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

Air = jumlah air yang digunakan dalam 1m^3 FAS $0,35 \times$ volume cetakan mortar

$$= 109,375 \times 0,000125$$

$$= 0,01367 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 3%

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

$$= (312,5 \times 3\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00117 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – ASP 3%

$$= 0,03906 - 0,00117$$

$$= 0,03789 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,13125 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01367 \text{ kg/m}^3$

- ASP 5%

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

$$= (312,5 \times 5\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00195 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – ASP 5%

$$= 0,03906 - 0,00195$$

$$= 0,03711 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,13125 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01367 \text{ kg/m}^3$

- ASP 7%

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

$$= (312,5 \times 7\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00273 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – ASP 7%

$$= 0,03906 - 0,00273$$

$$= 0,03633 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,13125 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01367 \text{ kg/m}^3$

- ASP 10%

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

$$= (312,5 \times 10\%) \times 0,000125$$

$$= 0,00391 \text{ kg/m}^3$$

Semen = Berat semen mortar normal – ASP 10%

$$= 0,03906 - 0,00391$$

$$= 0,03515 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = $0,13125 \text{ kg/m}^3$

Air = $0,01367 \text{ kg/m}^3$

❖ FAS 0,40

- Mortar Normal

Semen = jumlah semen yang digunakan dalam $1\text{m}^3 \times$ volume cetakan mortar

$$= 312,5 \times 0,000125$$

$$= 0,03906 \text{ kg/m}^3$$

Pasir = jumlah pasir yang digunakan dalam $1\text{m}^3 \times$ volume cetakan mortar

$$= 1050 \times 0,000125$$

$$= 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 125 \times 0,000125$$

$$= 0,015625 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 3%

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 3\%) \times \text{volume} \\ &\quad \text{cetakan mortar} \\ &= (312,5 \times 3\%) \times 0,000125 \\ &= 0,00117 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{Berat semen mortar normal} - \text{ASP 3\%} \\ &= 0,03906 - 0,00117 \\ &= 0,03789 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Pasir} = 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,015625 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5%

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 5\%) \times \text{volume} \\ &\quad \text{cetakan mortar} \\ &= (312,5 \times 5\%) \times 0,000125 \\ &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{Berat semen mortar normal} - \text{ASP 5\%} \\ &= 0,03906 - 0,00195 \\ &= 0,03711 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Pasir} = 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,015625 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 7%

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 7\%) \times \text{volume} \\ &\quad \text{cetakan mortar} \\ &= (312,5 \times 7\%) \times 0,000125 \\ &= 0,00273 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{Berat semen mortar normal} - \text{ASP 7\%} \\ &= 0,03906 - 0,00273 \\ &= 0,03633 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,015625 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP 10%

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (\text{jumlah semen yang digunakan dalam } 1\text{m}^3 \times 10\%) \times \text{volume} \\ &\quad \text{cetakan mortar} \\ &= (312,5 \times 10\%) \times 0,000125 \\ &= 0,00391 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{Berat semen mortar normal} - \text{ASP } 10\% \\ &= 0,03906 - 0,00391 \\ &= 0,03515 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,015625 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.3.2 Mix Design Mortar Untuk Kuat Tekan Kedua

❖ FAS 0,35

- ASP 5% + SSK 0,3%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0,03711 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,01367 \text{ kg/m}^3 \\ \text{ASP} &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SSK} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0,18398 \times 0,3\% \\ &= 0,00055 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0,03711 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,01367 \text{ kg/m}^3 \\ \text{ASP} &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SSK} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0,18398 \times 0,5\% \end{aligned}$$

$$= 0,00092 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

$$\text{Semen} = 0,03711 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,01367 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ASP} = 0,00195 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 0,18398 \times 0,7\%$$

$$= 0,00129 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 1%

$$\text{Semen} = 0,03711 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,01367 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ASP} = 0,00195 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 0,18398 \times 1\%$$

$$= 0,00184 \text{ kg/m}^3$$

❖ FAS 0,40

- ASP 5% + SSK 0,3%

$$\text{Semen} = 0,03711 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 0,13125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 0,015625 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ASP} = 0,00195 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 0,18398 \times 0,3\%$$

$$= 0,00055 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

$$\text{Semen} = 0,03711 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,015625 \text{ kg/m}^3 \\ \text{ASP} &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SSK} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0,18398 \times 0,5\% \\ &= 0,00092 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0,03711 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,015625 \text{ kg/m}^3 \\ \text{ASP} &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SSK} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0,18398 \times 0,7\% \\ &= 0,00129 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 1%

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 0,03711 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Pasir} &= 0,13125 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Air} &= 0,015625 \text{ kg/m}^3 \\ \text{ASP} &= 0,00195 \text{ kg/m}^3 \\ \text{SSK} &= \text{Berat total} \times \text{Persentase serat disebar} \\ &= 0,18398 \times 1\% \\ &= 0,00184 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Mortar Kuat Tekan Pertama

4.4.1 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

Tabel 4.6: Berat jenis mortar kuat tekan pertama FAS 0,35.

Variasi		Berat Jenis (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)
Mortar Normal	Seri 1	1864	1869,3
	Seri 2	1904	
	Seri 3	1840	
ASP 3%	Seri 1	2080	2040
	Seri 2	2040	
	Seri 3	2000	
ASP 5%	Seri 1	1920	1968
	Seri 2	2000	
	Seri 3	1984	
ASP 7%	Seri 1	1880	1901,3
	Seri 2	1904	
	Seri 3	1920	
ASP 10%	Seri 1	1944	1944
	Seri 2	1904	
	Seri 3	1984	

- Mortar Normal

▪ Seri 1

$$D = \frac{2000 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1864 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2005 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1904 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{1997 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.840.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1840 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 3%

- Seri 1

$$D = \frac{2027 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.080.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2080 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2022 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.040.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2040 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5%

- Seri 1

$$D = \frac{2007 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1920 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2015 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1984 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 7%

- Seri 1

$$D = \frac{2002 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.880.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1880 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2005 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1904 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2007 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1920 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 10%

- Seri 1

$$D = \frac{2010 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.944.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1944 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2005 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1904 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2015 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1984 \text{ kg/m}^3$$

- FAS 0,40

Tabel 4.7: Berat jenis mortar kuat tekan pertama FAS 0,40.

Variasi		Berat Jenis (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)
Mortar Normal	Seri 1	2000	2021,3
	Seri 2	2000	
	Seri 3	2064	
ASP 3%	Seri 1	2080	2048
	Seri 2	2040	
	Seri 3	2024	
ASP 5%	Seri 1	1944	1909,3
	Seri 2	1864	
	Seri 3	1920	
ASP 7%	Seri 1	2160	2146,6
	Seri 2	2120	
	Seri 3	2160	
ASP 10%	Seri 1	2160	2200
	Seri 2	2200	
	Seri 3	2240	

- Mortar Normal

- Seri 1

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2025 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.064.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2064 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 3%

- Seri 1

$$D = \frac{2027 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.080.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2080 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2022 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.040.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2040 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2020 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.024.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2024 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5%

- Seri 1

$$D = \frac{2010 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.944.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1944 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2000 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.864.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1864 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2007 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1920 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 7%

- Seri 1

$$D = \frac{2037 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.160.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2160 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2032 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.120.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2120 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2037 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.160.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2160 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 10%

- Seri 1

$$D = \frac{2037 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.160.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2160 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 2

$$D = \frac{2042 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.200.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2200 \text{ kg/m}^3$$

- Seri 3

$$D = \frac{2047 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.240.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2240 \text{ kg/m}^3$$

4.4.2 Penyerapan Mortar

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

Dimana:

Ww = Berat sampel basah (kg/m^3)

Wd = Berat sampel kering (Kg/m^3)

➤ FAS 0,35

Tabel 4.8: Penyerapan mortar kuat tekan pertama FAS 0,35.

Variasi		Penyerapan (%)	Rata-rata (%)
Mortar Normal	Seri 1	11,36	12,14
	Seri 2	11,11	
	Seri 3	13,95	
ASP 3%	Seri 1	12,24	12,50
	Seri 2	12,50	
	Seri 3	12,77	
ASP 5%	Seri 1	8,70	9,22
	Seri 2	8,33	
	Seri 3	10,64	
ASP 7%	Seri 1	13,64	14,29
	Seri 2	15,91	
	Seri 3	13,33	

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Variasi		Penyerapan (%)	Rata-rata (%)
ASP 10%	Seri 1	15,56	13,96
	Seri 2	11,11	
	Seri 3	15,22	

- Mortar Normal

▪ Seri 1

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

▪ Seri 2

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

▪ Seri 3

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

- ASP 3%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 12,24\% \end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 12,50\% \end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 12,77\% \end{aligned}$$

- ASP 5%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 8,70\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{260-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 8,33\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

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

- ASP 7%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 13,64\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 15,91\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 13,33\%\end{aligned}$$

- ASP 10%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{260-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 15,56\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{250-225}{225} \right) \times 100\%$$

$$= 11,11\%$$

- Seri 3

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 15,22\% \end{aligned}$$

- FAS 0,40

Tabel 4.9: Penyerapan mortar kuat tekan pertama FAS 0,40.

Variasi		Penyerapan (%)	Rata-rata (%)
Mortar Normal	Seri 1	4,08	10,56
	Seri 2	17,39	
	Seri 3	10,20	
ASP 3%	Seri 1	12,24	11,72
	Seri 2	12,50	
	Seri 3	10,42	
ASP 5%	Seri 1	10,87	11,85
	Seri 2	11,36	
	Seri 3	13,33	
ASP 7%	Seri 1	11,76	11,84
	Seri 2	12	
	Seri 3	11,76	
ASP 10%	Seri 1	11,76	11,54
	Seri 2	11,54	
	Seri 3	11,32	

- Mortar Normal

- Seri 1

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 4,08\% \end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned} \text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 17,39\% \end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 10,20\%\end{aligned}$$

- ASP 3%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 12,24\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 12,50\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 10,42\%\end{aligned}$$

- ASP 5%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 10,87\%\end{aligned}$$

- Seri 2

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

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 13,33\%\end{aligned}$$

- ASP 7%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{285-255}{255} \right) \times 100\% \\ &= 11,76\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{280-250}{250} \right) \times 100\% \\ &= 12\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{285-255}{255} \right) \times 100\% \\ &= 11,76\%\end{aligned}$$

- ASP 10%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{285-255}{255} \right) \times 100\% \\ &= 11,76\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{290-260}{260} \right) \times 100\% \\ &= 11,54\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{295-265}{265} \right) \times 100\% \\ &= 11,32\%\end{aligned}$$

4.4.3 Nilai Kuat Tekan Mortar

➤ FAS 0,35

- Mortar Normal

$$P = 1,65 \text{ ton}$$

$$P = 1,65 \times 1000$$

$$= 1650 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1650}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 9,81 \\
 &= \left(\frac{1650}{2500} \right) \times 9,81 \\
 &= 6,47 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- ASP 3%

$$P = 1,7 \text{ ton}$$

$$P = 1,7 \times 1000$$

$$= 1700 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1700}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,67 \text{ MPa}$$

- ASP 5%

$$P = 1,75 \text{ ton}$$

$$P = 1,75 \times 1000$$

$$= 1750 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1750}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,87 \text{ MPa}$$

- ASP 7%

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

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

$$= 1500 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1500}{2500} \right) \times 9,81$$

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

- ASP 10%

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

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

$$= 1100 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1100}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 4,32 \text{ MPa}$$

Maka, pada pengujian kuat tekan pertama untuk FAS 0,35, nilai tertinggi diperoleh pada variasi ASP sebesar 5%.

➤ FAS 0,40

- Mortar Normal

$$P = 1,75 \text{ ton}$$

$$P = 1,75 \times 1000$$

$$= 1750 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1750}{\text{Luas Cetakan}} \right) \times 9,81$$

$$= \left(\frac{1750}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,87 \text{ MPa}$$

- ASP 3%

$$P = 1,75 \text{ ton}$$

$$P = 1,75 \times 1000$$

$$= 1750 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1750}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,87 \text{ MPa}$$

- ASP 5%

$$P = 1,8 \text{ ton}$$

$$P = 1,8 \times 1000$$

$$= 1800 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1800}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 7,06 \text{ MPa}$$

- ASP 7%

$$P = 1,65 \text{ ton}$$

$$P = 1,65 \times 1000$$

$$= 1650 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1650}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,57 \text{ MPa}$$

- ASP 10%

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

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

$$= 1300 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1300}{2500} \right) \times 9,81$$

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

Maka, pada pengujian kuat tekan pertama untuk FAS 0,40, nilai tertinggi diperoleh pada variasi ASP sebesar 5%.

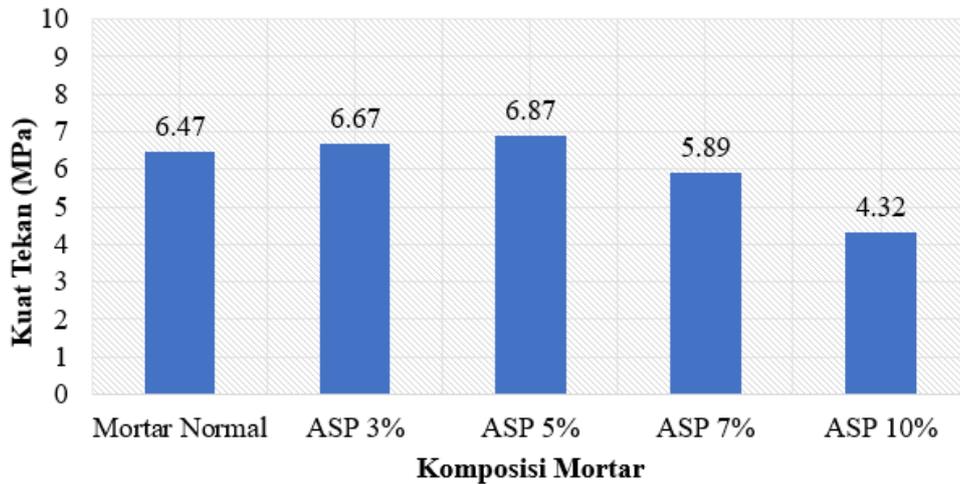
Tabel 4.10: Rekapitulasi hasil kuat tekan mortar pertama.

Variasi	Umur Rencana	Beban (Ton)		Luas Permukaan (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	
		FAS 0,35	FAS 0,40		FAS 0,35	FAS 0,40
Mortar Normal	28 hari	1,65	1,75	2500	6,47	6,87
ASP 3%	28 hari	1,7	1,75	2500	6,67	6,87
ASP 5%	28 hari	1,75	1,8	2500	6,87	7,06
ASP 7%	28 hari	1,5	1,65	2500	5,89	6,57
ASP 10%	28 hari	1,1	1,3	2500	4,32	5,10

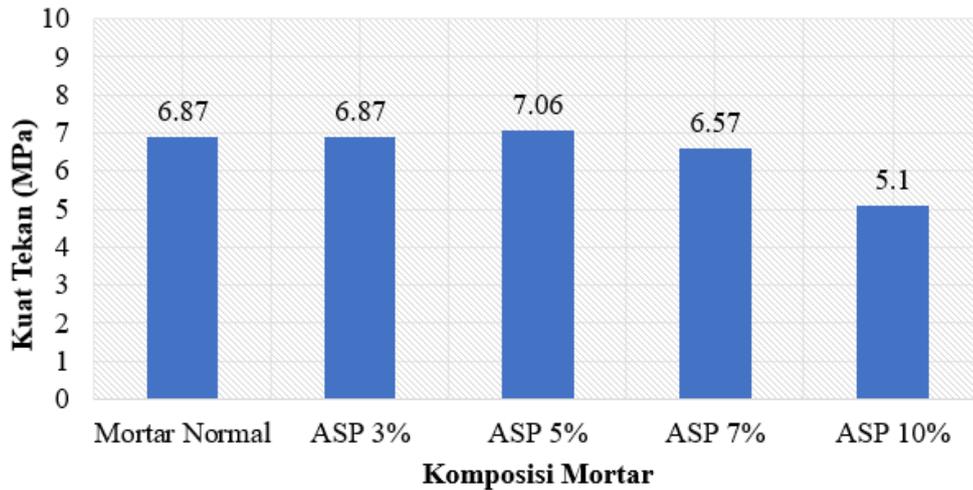
■ Nilai Optimal

Penambahan ASP 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi terutama pada FAS 0,40. Nilai ini menandakan bahwa pada konsentrasi 5%, ASP mampu mengisi pori-pori mikro dalam pasta semen dan meningkatkan densitas (kompaksi) struktur mortar. Silika reaktif dalam abu sekam padi membantu proses pozzolanic yang memperkuat ikatan matriks semen secara signifikan. Pada persentase 7%, kuat tekan mulai menurun, meskipun masih lebih baik dari mortar normal pada FAS 0,40. Hal ini mengindikasikan bahwa ASP berlebihan akan menyebabkan agregat menjadi terlalu banyak sehingga mengurangi proporsi semen aktif yang

bereaksi, atau menurunkan workability campuran. Pada kadar ASP 10%, penurunan kuat tekan menjadi signifikan. Berarti, kadar ASP yang terlalu tinggi sudah menjadi pengisi (filler) yang tidak reaktif secara optimal, menyebabkan struktur menjadi lebih rapuh dan kehilangan kemampuan ikatnya.



Gambar 4.2: Grafik kuat tekan pertama FAS 0,35



Gambar 4.3: Grafik kuat tekan pertama FAS 0,40

Berdasarkan perhitungan dan gambar diatas didapatkan bahwa nilai optimal di pengujian kuat tekan pertama yaitu ASP 5%, baik di FAS 0,35 maupun FAS 0,40. Nilai kuat tekan semakin naik di variasi ASP 3% dan 5% namun mengalami penurunan pada variasi 7% dan 10%.

4.5 Hasil dan Analisa Pengujian Mortar Kuat Tekan Kedua

4.5.1 Berat Jenis Mortar

➤ FAS 0,35

Tabel 4.11: Berat jenis mortar kuat tekan kedua FAS 0,35.

Variasi		Berat Jenis (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)
ASP 5%+SSK 0,3%	Seri 1	1984	2016
	Seri 2	2064	
	Seri 3	2000	
ASP 5%+SSK 0,5%	Seri 1	2024	2010,6
	Seri 2	1984	
	Seri 3	2024	
ASP 5%+SSK 0,7%	Seri 1	1880	1901,3
	Seri 2	1904	
	Seri 3	1920	
ASP 5%+SSK 1%	Seri 1	1960	2016
	Seri 2	2104	
	Seri 3	1984	

- ASP 5% + SSK 0,3%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2015 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1984 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2025 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.064.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2064 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2020 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.024.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2024 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2015 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1984 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2020 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.024.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2024 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2002 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.880.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1880 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2005 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1904 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2007 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.920.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1920 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 1%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2012 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.960.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1960 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2030 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.104.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2104 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2015 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.984.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1984 \text{ kg/m}^3$$

➤ FAS 0,40

Tabel 4.12: Berat jenis mortar kuat tekan kedua FAS 0,40.

Variasi		Berat Jenis (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)
ASP 5%+SSK 0,3%	Seri 1	2064	2008
	Seri 2	1960	
	Seri 3	2000	
ASP 5%+SSK 0,5%	Seri 1	2080	2080
	Seri 2	2080	
	Seri 3	2080	
ASP 5%+SSK 0,7%	Seri 1	2064	2130,6
	Seri 2	2224	
	Seri 3	2104	
ASP 5%+SSK 1%	Seri 1	2000	1968
	Seri 2	2000	
	Seri 3	1904	

- ASP 5% + SSK 0,3%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2025 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.064.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2064 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2012 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.960.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 1960 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2027 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.080.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2080 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2027 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.080.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2080 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2027 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.080.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2080 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2025 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 2.064.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2064 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2045 - 5300}{0,000125}$$

$$D = 2.224.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2224 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2030 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.104.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2104 \text{ kg/m}^3$$

- ASP 5% + SSK 1%

▪ Seri 1

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 2

$$D = \frac{2017 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 2.000.000 \text{ g/m}^3$$

$$D = 2000 \text{ kg/m}^3$$

▪ Seri 3

$$D = \frac{2005 - 1766,7}{0,000125}$$

$$D = 1.904.000$$

$$D = 1904 \text{ kg/m}^3$$

4.5.2 Penyerapan Mortar

➤ FAS 0,35

Tabel 4.13: Penyerapan mortar kuat tekan kedua FAS 0,35.

Variasi		Penyerapan (%)	Rata-rata (%)
ASP 5%+SSK 0,3%	Seri 1	10,64	11,20
	Seri 2	10,20	
	Seri 3	12,77	
ASP 5%+SSK 0,5%	Seri 1	14,89	15
	Seri 2	15,22	
	Seri 3	14,89	
ASP 5%+SSK 0,7%	Seri 1	13,64	14,29
	Seri 2	15,91	
	Seri 3	13,33	
ASP 5%+SSK 1%	Seri 1	22,73	20,49
	Seri 2	18,75	
	Seri 3	20	

- ASP 5% + SSK 0,3%

▪ Seri 1

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

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 10,20\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 12,77\%\end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 14,89\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-230}{230} \right) \times 100\% \\ &= 15,22\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 14,89\%\end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{250-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 13,64\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 15,91\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-225}{225} \right) \times 100\% \\ &= 13,33\%\end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 1%

- Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{270-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 22,73\%\end{aligned}$$

- Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{285-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 18,75\%\end{aligned}$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{270-225}{225} \right) \times 100\%$$

$$= 20\%$$

- FAS 0,40

Tabel 4.14: Penyerapan mortar kuat tekan kedua FAS 0,40.

Variasi		Penyerapan (%)	Rata-rata (%)
ASP 5%+SSK 0,3%	Seri 1	10,20	12
	Seri 2	13,04	
	Seri 3	12,77	
ASP 5%+SSK 0,5%	Seri 1	12,24	12,24
	Seri 2	12,24	
	Seri 3	12,24	
ASP 5%+SSK 0,7%	Seri 1	14,58	14,11
	Seri 2	13,46	
	Seri 3	14,29	
ASP 5%+SSK 1%	Seri 1	12,77	13,82
	Seri 2	12,77	
	Seri 3	15,91	

- ASP 5% + SSK 0,3%

- Seri 1

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{270-245}{245} \right) \times 100\%$$

$$= 10,20\%$$

- Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{260-230}{230} \right) \times 100\%$$

$$= 13,04\%$$

- Seri 3

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{265-235}{235} \right) \times 100\%$$

$$= 12,77\%$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 12,24\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 12,24\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 12,24\%\end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{275-240}{240} \right) \times 100\% \\ &= 14,58\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{295-260}{260} \right) \times 100\% \\ &= 13,46\%\end{aligned}$$

▪ Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{280-245}{245} \right) \times 100\% \\ &= 14,29\%\end{aligned}$$

- ASP 5% + SSK 1%

▪ Seri 1

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{265-235}{235} \right) \times 100\% \\ &= 12,77\%\end{aligned}$$

▪ Seri 2

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{265-235}{235} \right) \times 100\%$$

$$= 12,77\%$$

- Seri 3

$$\begin{aligned}\text{Absorpsi} &= \left(\frac{255-220}{220} \right) \times 100\% \\ &= 15,91\%\end{aligned}$$

4.5.3 Nilai Kuat Tekan Mortar

➤ FAS 0,35

- ASP 5% + SSK 0,3%

$$P = 1,7 \text{ ton}$$

$$P = 1,7 \times 1000$$

$$= 1700 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1700}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,67 \text{ MPa}$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

$$P = 1,6 \text{ ton}$$

$$P = 1,6 \times 1000$$

$$= 1600 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1600}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 6,28 \text{ MPa}$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

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

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

$$= 1300 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1300}{2500} \right) \times 9,81$$

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

- ASP 5% + SSK 1%

$$P = 0,7 \text{ ton}$$

$$P = 0,7 \times 1000$$

$$= 700 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{700}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 2,75 \text{ MPa}$$

Maka, pada pengujian kuat tekan kedua untuk FAS 0,35, nilai tertinggi diperoleh pada variasi ASP 5% + SSK 0,3%.

➤ FAS 0,40

- ASP 5% + SSK 0,3%

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

$$P = 3 \times 1000$$

$$= 3000 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{3000}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 11,77 \text{ MPa}$$

- ASP 5% + SSK 0,5%

$$P = 2,3 \text{ ton}$$

$$P = 2,3 \times 1000$$

$$= 2300 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{2300}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 9,03 \text{ MPa}$$

- ASP 5% + SSK 0,7%

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

$$P = 2 \times 1000$$

$$= 2000 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{2000}{2500} \right) \times 9,81$$

$$= 7,85 \text{ MPa}$$

- ASP 5% + SSK 1%

$$P = 1,7 \text{ ton}$$

$$P = 1,7 \times 1000$$

$$= 1700 \text{ kg}$$

$$P = \left(\frac{1700}{2500}\right) \times 9,81$$

$$= 6,67 \text{ MPa}$$

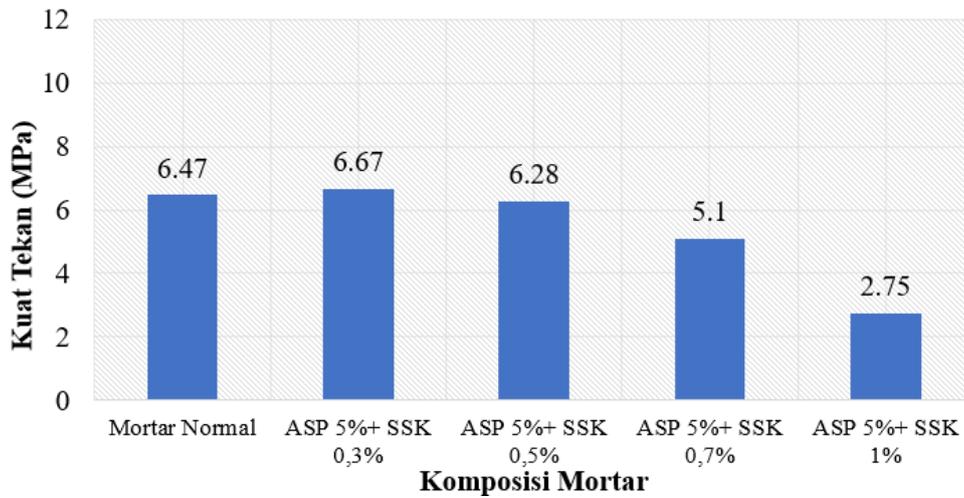
Maka, pada pengujian kuat tekan kedua untuk FAS 0,40, nilai tertinggi diperoleh pada variasi ASP 5% + SSK 0,3%.

Tabel 4.15: Rekapitulasi hasil nilai kuat tekan mortar kedua.

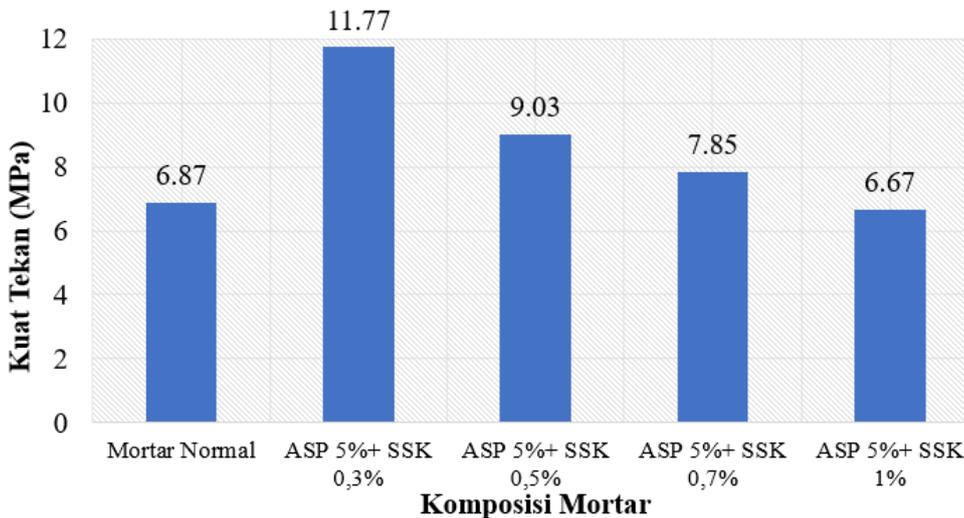
Variasi	Umur Rencana	Beban (Ton)		Luas Permukaan (mm ²)	Nilai Kuat Tekan (MPa)	
		FAS 0,35	FAS 0,40		FAS 0,35	FAS 0,40
Mortar Normal	28 hari	1,65	1,75	2500	6,47	6,87
ASP 5% + SSK 0,3%	28 hari	1,7	3	2500	6,67	11,77
ASP 5% + SSK 0,5%	28 hari	1,6	2,3	2500	6,28	9,03
ASP 5% + SSK 0,7%	28 hari	1,3	2	2500	5,10	7,85
ASP 5% + SSK 1%	28 hari	0,7	1,7	2500	2,75	6,67

 Nilai Optimal

Penurunan kuat tekan pada variasi ASP 5% + SSK 1% dengan FAS 0,35 disebabkan oleh kelebihan serat, yang mengurangi densitas campuran. Lalu faktor air-semen yang terlalu rendah sehingga mortar menjadi keras dan tidak homogen, serta penggunaan abu sekam padi yang walaupun bermanfaat, dalam komposisi ini justru memperburuk kondisi material karena ketidakseimbangan antara air, semen, dan bahan tambah. Hasilnya adalah mortar yang mudah berongga, kurang terikat, dan kuat tekan menjadi sangat rendah dibandingkan variasi lainnya (Purwanto dkk., 2021).



Gambar 4.4: Grafik kuat tekan kedua FAS 0,35.



Gambar 4.5: Grafik kuat tekan kedua FAS 0,40.

Berdasarkan perhitungan dan gambar diatas didapatkan bahwa nilai optimal di pengujian kuat tekan kedua yaitu ASP 5% + SSK 0,3%, baik di FAS 0,35 maupun FAS 0,40. Nilai kuat tekan meningkat pada variasi ASP 5% + SSK 0,3% namun mengalami penurunan pada variasi ASP 5% + SSK 0,5%. Tetapi nilai kuat tekan pada FAS 0,40 di variasi ASP 5% + SSK 0,5% dan variasi ASP 5% + SSK 0,7% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari normal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian investigasi pengaruh variasi persentase serat sabut kelapa dan variasi abu sekam padi sebagai penguat dan pengganti semen terhadap kekuatan tekan mortar maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi (ASP) berpengaruh terhadap kuat tekan mortar, dengan nilai kuat tekan optimum diperoleh pada variasi ASP sebesar 5%. Penambahan ASP sampai batas tertentu dapat meningkatkan kuat tekan mortar, namun jika persentasenya terlalu tinggi, kuat tekan cenderung menurun.
2. Penambahan serat sabut kelapa (SSK) pada mortar yang mengandung ASP 5% juga memengaruhi kuat tekan mortar. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada variasi SSK sebesar 0,3%, sedangkan penambahan serat yang berlebih justru menurunkan kuat tekan. Dengan demikian, kombinasi ASP dan SSK pada variasi tertentu dapat meningkatkan sifat mekanis mortar khususnya kuat tekan.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian yang didapat, campuran dengan menggunakan ASP sebesar 5% sebagai bahan pengisi dapat menaikkan kuat tekan mortar. Maka dari itu disarankan penggunaannya pada campuran mortar, tetapi untuk penambahan ASP sebesar 7% tidak disarankan mengingat hasil penelitian yang menunjukkan besarnya persentase penurunan nilai kuat tekan mortar.
2. Dari hasil penelitian, campuran mortar yang mengandung ASP 5% dan penambahan SSK sebagai pengikat 0,3% dapat meningkatkan nilai kuat tekan mortar, maka dari itu disarankan penggunaannya untuk campuran mortar. Tetapi untuk campuran mortar yang mengandung ASP 5% dan penambahan SSK 0,5% tidak disarankan karena hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase nilai kuat tekan mortar menurun.

3. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk pengujian kuat tarik dan lentur akibat pengaruh penambahan ASP dan SSK dalam campuran mortar.
4. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk umur mortar yang lebih lama lagi dan dengan perbandingan bahan pengisi lebih bervariasi, terutama pada variasi diantara 5% - 7% sehingga diketahui batas pemakaian ASP yang dapat meningkatkan kuat tekan mortar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M.R. (2021) 'Analisis Bahan Tambah Abu Sekam Padi (ASP) Dan Serat Sabut Kelapa (SSK) Dengan Mekanik Modulus Elastisitas Beton Serat Alami', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1, pp. 1–13.
- Ali, M.S. and Walujodjati, E. (2022) 'Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Campuran Pasir Ladot', *Jurnal Konstruksi*, 19(1), pp. 313–324.
- Ardy, R., Maryani, D. and Lisantono, D.A. (2023) 'Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Dengan Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Mekanik Beton', (November), pp. 16–17.
- ASTM (2020) 'Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars', *ASTM International*, 04, p. 9.
- Azizi, R. *et al.* (2022) 'Uji Kuat Tekan Mortar Dengan Menambahkan Pcm Lilin Lebah – Getah Damar Test The Strength Of The Mortar By Adding Beeswax Pcm – Sub Damar, pp. 1–10.
- Badan Standardisasi Nasional (2002) 'Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002', *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, p. 251.
- Blat, V.B. and Mentang, S. (2023) 'Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Campuran Beton Untuk Paving Block', pp. 97–105.
- Faqihuddin, A., Hermansyah, H. and Kurniati (2021) 'Tinjauan Campuran Beton Normal dengan Penggunaan Superplasticizer Sebagai Bahan Pengganti Air Sebesar 0%; 0,3%; 0,5% Dan 0,7% Berdasarkan Berat Semen', *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), pp. 34–45.
- Fatmawati, L. *et al.* (2020) 'Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar', *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Polines Vol. 3, 3*, pp. 247–252.
- Hakiki, M. and Walujodjati, E. (2022) 'Pengujian Kuat Tarik Beton dengan Bahan Tambahan Serabut Kelapa', *Jurnal Konstruksi*, 20(1), pp. 172–182.
- Hermansyah, H. and Sachroudi, M.R. (2023) 'Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton', *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 6(1), p. 23.
- Hunggurami, E. *et al.* (2019) 'Kuat Tekan Beton Normal Dan Mortar Yang Menggunakan Agregat Halus Dan Agregat Kasar Sungai Fatubenao', *Jurnal Teknik Sipil*, VIII(2), pp. 265–272.

- Karimah, R. *et al.* (2023) ‘Tinjauan Kuat Tekan Dan Absorpsi Mortar Yang Mengandung Air Garam’, *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 11(1), pp. 68–73.
- Pratama, R., Azhari, A. and Fakhri, F. (2023) ‘Pengaruh Perawatan Mortar Menggunakan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Mortar’, *Journal Sainstek*, 11(2), pp. 151–159.
- Purwanto, P., Rahmawati, D. and Sutarno, S. (2021) ‘Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton’, *Teknika*, 16(2), p. 49.
- Pusjatan-Balitbang PU (1993) ‘Ruang Lingkup Pengertian Persyaratan-persyaratan, 03-2834 [Preprint].
- Rahamudin, R.H., Manalip, H. and Mondoringin, M. (2016) ‘Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen’, *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), pp. 225–231.
- Rahmat and Adnan, A. (2022) ‘Penggunaan Abu Sekam Padi (Asp) Terhadap Kuat Lentur Beton Ferrocemet’, *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), pp. 38–44.
- Ramadhan, M.E. *et al.* (2024) ‘Potensi Penggunaan Abu Daun Jagung Sebagai Alternatif Pengganti Semen Pada Campuran Mortar’, *Bulletin of Civil Engineering*, 4(1), pp. 1–6.
- Risdianto, Y. and Tobing, G.R.L. (2019) ‘Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton’, *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), pp. 1–8.
- Safarizki, H.A., Marwahyudi, M. and Pamungkas, W.A. (2021) ‘Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal’, *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(2), p. 63.
- Sihombing, A.P., Afrizal, Y. and Gunawan, A. (2019) ‘Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar’, *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), pp. 31–38.
- SNI 03-6882 (2002) ‘Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan.’, *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*, 9(2), pp. 1–10.
- Sudirman Latjemma (2022) ‘Analisis Penambahan Serat Sabut Kelapa pada Campuran Beton’, *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(4), pp. 1681–1698.
- Taurano (2021) ‘Analisis Uji Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Kapur dan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Semen’, *ORBITH: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(1), pp. 1–11.

- Wora, M. and Ndale, F.X. (2019) 'Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal', *Jurnal IPTEK*, 22(2), pp. 51–58.
- Yanita, R. (2020) 'Semen PCC Sebagai Material GREEN CONSTRUCTION dan Kinerja Beton yang Dihasilkan', *Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(1), pp. 13–18.

LAMPIRAN



Gambar L.1: Proses pengujian pasir.



Gambar L.2: Proses pengujian abu.



Gambar L.3: Penjemuran pasir.



Gambar L.4: Campuran mortar kuat tekan pertama.



Gambar L.5: Campuran mortar kuat tekan kedua.



Gambar L.6: Proses pembuatan mortar.



Gambar L.7: Proses mengeluarkan benda uji dari cetakan.



Gambar L.8: Proses perendaman mortar.



Gambar L.9: Proses mengeluarkan perendaman.



Gambar L.10: Proses pengujian kuat tekan.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Dewi Putriani Br Tarigan
Tempat, Tanggal Lahir : Mencirim, 06 September 2003
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Jl. Sembahe – Namorambe, Desa Tanjung Selamat,
Kec. Namorambe, Kabupaten Deli Serdang, 20356
Nomor Hp : +63 878 – 9255 – 2192
Nama Ayah : M. Aman Tarigan
Nama Ibu : Sri Rejeki
E-mail : putriani6903@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM : 2107210008
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3, Medan, 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SDN 107407 Rimo Mungkur 2009-2015
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 1 Namorambe 2015-2018
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 1 Namorambe 2018-2021