

TUGAS AKHIR

**STUDI TERHADAP KEKUATAN TEKAN MODIFIKASI
MORTAR YANG MENGANDUNG VARIASI ABU SEKAM
PADI SEBAGAI PENGANTI SEMEN DENGAN VARIASI
POLYPROPYLENE SEBAGAI PENGUAT.**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh :

BAYU TRI PRASETYA

2107210004



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Tri Prasetya

NPM : 2107210004

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Terhadap Kekuatan Tekan Modifikasi Mortar yang
Menggunakan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti
Semen dengan Variasi Polypropylene Sebagai Penguat.

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan di terima 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 :

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bayu Tri Prasetya
NPM : 2107210004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Terhadap Kekuatan Tekan Modifikasi Mortar yang Menggunakan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen dengan Variasi Polypropylene Sebagai Penguat
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 18 Agustus 2025

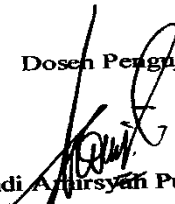
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Penguji I



Ir. Tondi Anwar Syah Putera ST.MT

Dosen Penguji II



Dr. Fetra Venny Riza

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Josef Hadipramana

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang Bertanda Tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Bayu Tri Prasetya
Tempat, Tanggal Lahir : Binjai, 17 Agustus 2002
NPM : 2107210004
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas akhir saya yang berjudul: “Studi Terhadap Kekuatan Tekan Modifikasi Mortar yang Menggunakan Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen dengan Variasi Polypropylene Sebagai Penguat.”

Bukan merupakan plagiarisme, 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 hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

Demikian surat surat pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 18 Agustus 2025

Saya Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a brown 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'JELANG KEMERDEKAAN', and 'METERAI TEMPEL'.

Bayu Tri Prasetya

ABSTRAK

STUDI TERHADAP KEKUATAN TEKAN MODIFIKASI MORTAR YANG MENGANDUNG VARIASI ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGANTI SEMEN DENGAN VARIASI POLYPROPYLENE SEBAGAI PENGUAT

Bayu Tri Prasetya

2107210004

Dr. Josef Hadipramana

Mortar merupakan material konstruksi yang banyak digunakan sebagai perekat pasangan bata maupun elemen bangunan, namun tingginya konsumsi semen berdampak negatif terhadap lingkungan karena menghasilkan emisi CO₂ yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu sekam padi (ASP) sebagai substitusi sebagian semen dan serat polypropylene (PP) sebagai bahan penguat untuk meningkatkan kinerja mortar. Metode penelitian dilakukan menggunakan dua FAS yaitu 0,35 dan 0,4 melalui uji laboratorium dengan variasi ASP sebesar 5%, 7%, 10%, dan 13%, kemudian komposisi optimum dikombinasikan dengan variasi PP sebesar 0,3%, 0,5%, dan 0,7%. Pengujian meliputi kuat tekan, berat isi, dan penyerapan air mortar pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan Penggunaan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan mortar jika digunakan dalam jumlah yang tepat, yaitu sekitar 5%. Penambahan polypropylene juga memberikan kontribusi yang baik terhadap kekuatan tekan, tetapi hanya dalam batas komposisi kecil sekitar 0,3%.

Kata Kunci: Abu sekam padi, Polypropylene, Kuat Tekan.

ABSTRAK

STUDY ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF MODIFIED MORTAR CONTAINING VARIATIONS OF RICE HUSK ASH AS CEMENT SUBSTITUTE WITH POLYPROPYLENE AS REINFORCEMENT

Bayu Tri Prasetya

2107210004

Dr. Josef Hadipramana

Mortar is a widely used construction material that serves as a binder for masonry and other building elements; however, the high consumption of cement has a negative impact on the environment due to significant CO₂ emissions. This study aims to utilize rice husk ash (RHA) as a partial cement substitute and polypropylene fibers (PP) as reinforcement to improve mortar performance. The research was conducted using two water-cement ratios (w/c), 0.35 and 0.40, through laboratory testing with RHA variations of 5%, 7%, 10%, and 13%. The optimum composition was then combined with PP variations of 0,3%, 0,5%, and 0,7%. Tests included compressive strength, density, and water absorption of mortar at 28 days. The results showed that the use of rice husk ash can improve the compressive strength of mortar when used in the right proportion, around 5%. The addition of polypropylene also contributed positively to compressive strength but only at a small composition of about 0,3%.

Keyword: Rice husk ash, Polypropylene, Compressive strength.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Studi Terhadap Kekuatan Tekan Modifikasi Mortar Yang Mengandung Variasi Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Dengan Variasi Polypropylene Sebagai Penguat” 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 Dr. Josef Hadipramana, 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 Ir. Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini
3. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membantu dan memberikan 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 Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknisipilan kepada penulis.

6. Penghargaan tertinggi dan rasa terimakasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada Ibu penulis. Ibunda Lismalinda tercinta yang telah menjadi sosok inspirasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta telah menjadi penyemangat dan selalu memberikan kasih sayang baik moril maupun materil, motivasi, semangat dan doa yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
7. Ucapan terima kasih paling spesial untuk diri saya sendiri yang telah melewati berbagai macam keadaan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih karena mampu bertahan, berusaha, bersabar, dan telah berjuang untuk menyelesaikan salah satu kewajiban ini.
8. Yang tersayang keluarga kecil dari saudara penulis abang Angga edi Pratama, S.T, kakak Fetty Septi Lubis, S.T dan adik Alia shakeela qalisha yang telah menjadi penyemangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu keluarga A1 Pagi dan anak stambuk 2021 lainnya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 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, 18 Agustus 2025

Penulis



Bayu Tri Prasetya

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRAK</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mortar	5
2.2 Bahan Dasar Mortar	5
2.2.1 Agregat Halus	5
2.2.2 Semen	7
2.2.3 Air	9
2.3 Bahan Tambahan (<i>Admixture</i>)	10
2.3.1 Abu Sekam Padi (ASP)	10
2.3.2 <i>Polypropylene</i> (PP)	11
2.4 Berat Jenis (<i>Density</i>)	12

2.5 <i>Absorpsi</i>	13
2.6 Kuat Tekan	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Diagram Alir	16
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	20
3.2.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji	20
3.2.2 Bahan Pembuatan Mortar	29
3.3 Pemeriksaan Agregat Halus	31
3.3.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	31
3.3.2 Kadar Air Agregat Halus	35
3.3.3 Kadar Lumpur Agregat Halus	37
3.3.4 Berat Isi Agregat Halus	40
3.4 <i>Mix Design</i>	43
3.5 Pembuatan Benda Uji	44
3.5.1 Langkah-langkah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Pertama	44
3.5.2 Langkah-langkah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Kedua	45
3.5.3 Perawatan Benda Uji	46
3.6 Berat Jenis Mortar (<i>Density</i>)	47
3.7 Penyerapan Mortar (<i>Absorpi</i>)	47
3.8 Kuat Tekan (<i>Compressive strength</i>)	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Pemeriksaan Abu Sekam Padi	49
4.1.1 Berat Jenis dan Penyerapan	49
4.2 <i>Mix Design</i>	51
4.3 Pengujian berat jenis mortar (<i>Density</i>)	59
4.4 Penyerapan mortar (<i>Absorpsi</i>)	63
4.5 Kuat Tekan (<i>Compressive strength</i>)	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tinjauan Penggunaan Pasir	6
Tabel 2.2	Susunan unsur semen non portland	7
Tabel 2.3	Susunan unsur semen portland	8
Tabel 2.4	Penelitian penggunaan semen	8
Tabel 2.4	Penelitian penggunaan semen (<i>Lanjutan</i>)	9
Tabel 2.5	Penelitian Terdahulu ASP	11
Tabel 2.6	Penelitian Terdahulu <i>Polypropylene</i>	12
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu Tentang Berat Jenis	13
Tabel 2.8	Penelitian Terdahulu Tentang Penyerapan (<i>Absorpsi</i>)	14
Tabel 2.9	Penelitian Terdahulu Tentang Kuat Tekan Mortar	14
Tabel 2.9	Penelitian Terdahulu Tentang Kuat Tekan Mortar (<i>Lanjutan</i>)	15
Tabel 3.1	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
Tabel 3.2	Hasil Pemeriksaan Kadar Air Pasir	37
Tabel 3.3	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	40
Tabel 3.4	<i>Mix Design</i> 0,35	43
Tabel 3.5	<i>Mix Design</i> 0,4	44
Tabel 4.1	Hasil Penelitian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi	51
Tabel 4.2	Bahan Campuran untuk kuat tekan pertama dengan variasi Abu Sekam Padi	56
Tabel 4.3	Bahan Campuran untuk kuat tekan kedua	58
Tabel 4.3	Bahan Campuran untuk kuat tekan kedua (<i>Lanjutan</i>)	59
Tabel 4.4	Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35	59
Tabel 4.4	Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35 (<i>Lanjutan</i>)	60
Tabel 4.5	Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4	60
Tabel 4.5	Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4 (<i>Lanjutan</i>)	61
Tabel 4.6	Berat jenis benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,35	61
Tabel 4.7	Berat jenis benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4	62
Tabel 4.8	Penyerapan benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35	63
Tabel 4.9	Penyerapan benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4	64

Tabel 4.10	Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,35	65
Tabel 4.11	Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4	65
Tabel 4.11	Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4 (<i>Lanjutan</i>)	66
Tabel 4.12	Kuat tekan variasi abu sekam padi	69
Tabel 4.13	Kuat tekan ASP 5% variasi <i>Polypropylene</i>	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian (<i>Lanjutan</i>)	17
Gambar 3.2	Saringan Agregat halus No.4	20
Gambar 3.3	Oven	20
Gambar 3.4	Timbangan Digital	21
Gambar 3.5	Ember	21
Gambar 3.6	Sekop Tangan	22
Gambar 3.7	Pan	22
Gambar 3.8	Gelas Ukur	23
Gambar 3.9	Piknometer	23
Gambar 3.10	Kawat Kasa dan Kaki Tiga	24
Gambar 3.11	Spirtus	24
Gambar 3.12	Wadah Pengujian Berat Isi	25
Gambar 3.13	Tongkat Pemadat	25
Gambar 3.14	Plastik 10 Kg	26
Gambar 3.15	Kuas	26
Gambar 3.16	Bak Perendam	27
Gambar 3.17	Mesin Pengaduk (Bor)	27
Gambar 3.18	Cetakan Benda Uji Berbentuk Kubus	28
Gambar 3.19	Alat Penguji Beton <i>compression machine test</i>	28
Gambar 3.20	Agregat Halus	29
Gambar 3.21	Semen	29
Gambar 3.22	Air	30
Gambar 3.23	Abu Sekam Padi	30
Gambar 3.24	<i>Polypropylene</i>	31
Gambar 4.1	Grafik kuat tekan variasi abu sekam padi FAS 0,35	69
Gambar 4.2	Grafik kuat tekan variasi abu sekam padi FAS 0,4	70
Gambar 4.3	Grafik Kuat Tekan ASP 5% Variasi <i>Polypropylene</i> FAS 0,35	72
Gambar 4.4	Grafik Kuat Tekan ASP 5% Variasi <i>Polypropylene</i> FAS 0,4	72

Gambar L.1	Pengujian Berat isi Agregat Halus	82
Gambar L.2	Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	82
Gambar L.3	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	82
Gambar L.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	83
Gambar L.5	Pembuatan Benda Uji Mortar	83
Gambar L.6	Perendaman Mortar Selama 28 Hari	83
Gambar L.7	Pengujian Kuat Tekan Mortar	84
Gambar L.8	Pengujian Kuat Tekan Mortar	84

DAFTAR NOTASI

D	= Berat Jenis Atau Density	(Kg/m^3)
Mc	= Berat Wadah Ukur Yang Berisi Mortar	(Kg)
Mm	= Berat Wadah Ukur	(Kg)
Vm	= Volume Benda Uji	(m^3)
Ww	= Berat Sampel Basah	(Kg/m^3)
Wd	= Berat Sampel Kering	(Kg/m^3)
$f_c (\sigma_m)$	= Kekuatan Tekan Mortar	(Mpa)
P_{maks}	= Gaya Tekan Maksimum	(N)
A	= Luas Penampang Benda Uji	(m^3)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang paling banyak menggunakan beton sebagai bahan struktur pada konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa sifat yang menguntungkan, antara lain bahan baku yang mudah diperoleh, harga yang relatif murah, kemudahan dalam pembentukan sesuai kebutuhan, serta biaya perawatan yang tidak mahal. Selain memiliki kelebihan, beton juga memiliki kekurangan dalam penggunaannya, yaitu memiliki sifat yang getas sehingga praktis tidak mampu menahan tegangan tarik. Oleh karena itu beton perlu diberi bahan tambahan untuk mengurangi retak-retak akibat Tarik, seperti penggunaan tulangan baja atau penambahan serat polypropylene kedalam adukan beton mortar yang menjadi salah satu usaha untuk memecahkan masalah tersebut. penggunaan serat polypropylene telah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat struktural beton (Kartini, 2019).

Asosiasi Semen Indonesia (ASI) melaporkan bahwa konsumsi semen domestik pada tahun 2021 mencapai 66,21 juta ton, meningkat dari 62,51 juta ton pada tahun 2020. Meski demikian, tingginya tingkat produksi semen ini membawa beberapa dampak negatif bagi lingkungan, terutama melalui peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) di atmosfer. Dengan pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi, kita semakin terdorong untuk memperhatikan standar kualitas dan produktivitas kerja. Hal ini tentunya berperan penting dalam meningkatkan kualitas pembangunan infrastruktur yang dihasilkan (Arumningsih et al., 2023), salah satunya adalah mortar. mortar adalah jenis campuran berbasis semen yang terdiri dari bahan pengikat (semen atau kapur), agregat halus (pasir), dan air, tanpa menggunakan agregat kasar seperti kerikil atau batu pecah. Beton mortar digunakan dalam pekerjaan konstruksi sebagai bahan perekat, pelapis (plesteran), pengisi celah, maupun dalam pekerjaan perbaikan beton (repair mortar).

Berbeda dari beton biasa yang menggunakan agregat kasar, beton mortar memiliki tekstur lebih halus, cocok untuk aplikasi pada area permukaan atau tempat yang membutuhkan detail halus. Kekuatan dan durabilitas mortar sangat tergantung pada komposisi bahan, rasio air-semen, dan kondisi pengerasan (Binti Sayono et al., 2023).

Diperlukan inovasi dalam penggunaan material yang memiliki berat jenis ringan dan ramah lingkungan. Salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan limbah abu sekam padi sebagai substitusi semen. Limbah sekam padi, yang dihasilkan dari proses penggilingan padi, belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Mengingat abu sekam padi mengandung silika yang sangat tinggi, antara 87% hingga 97% dari berat kering setelah pembakaran sempurna, potensi penggunaannya dalam beton ringan sangat menjanjikan (Arumningsih et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan di dalam perencanaan dan pengujian dengan judul Studi terhadap kekuatan tekan mortar yang mengandung variasi abu sekam padi sebagai pengganti semen dengan variasi polypropylene sebagai penguat adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pengganti semen dan penambahan serat polypropylene sebagai bahan substitusi terhadap uji kuat tekan.
2. Berapa komposisi optimal dari penambahan abu sekam padi dan serat polypropylene pada mortar untuk mendapatkan kekuatan yang maksimal.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Limbah sekam padi yang digunakan adalah abu sekam padi yang sudah diolah secara komersil.
2. Modifikasi mortar yang dibuat menggunakan beton mortar sebagai acuan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kekuatan tekan mortar dengan menggunakan abu sekam padi dan polypropylene.
2. Mengetahui komposisi optimal dari pembuatan mortar dengan bahan tambahan abu sekam padi dan polypropylene.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai rujukan untuk penelitian berikutnya dan dapat pula dikembangkan menjadi penelitian berkelanjutan dalam perkembangan bahan konstruksi terutama mortar
2. Sebagai material mortar yang baru, yang ramah lingkungan dan dapat digunakan berkelanjutan
3. Memanfaatkan limbah industri yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan menghasilkan mortar yang ramah lingkungan

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, tugas akhir ini akan disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I – PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup pembahasan, tujuan penelitian yang merupakan jawaban dari permasalahan, dan sistematika penulisan yang merupakan urutan susunan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini teori-teori yang diperlukan dalam pembahasan dan penyelesaian tugas akhir yang khususnya berkaitan dengan pembuatan mortar.

BAB III – METODE PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, Teknik pengumpulan data, bahan dan peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB IV – ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan hasil penelitian yang telah dilakukan, permasalahan yang terjadi dan pemecahan masalah selama proses penelitian berlangsung.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan berisikan Kesimpulan dari bab IV yang akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah diungkapkan pada bab I dan saran-saran yang diperlukan serta berkaitan dengan penyelesaian tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

Mortar (atau juga disebut Mortel atau spesi) merupakan bahan bangunan yang tersusun dari bahan perekat, pasir (agregat halus) dan sejumlah air, sehingga merupakan campuran yang memiliki kelecakan (konsistensi) yang enak untuk dikerjakan (workable). Mortar merupakan bahan bangunan, dapat diukur sifat-sifatnya, seperti kuat tekan, kuat tarik, berat jenis, daya serap air, kuat rekat dengan bata merah, susutan, dan sebagainya (Qomaruddin et al., 2018).

2.2 Bahan Dasar Mortar

Berikut adalah bahan-bahan dasar pembuatan mortar, dapat dilihat pada sub bab dibawah ini:

2.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah jenis agregat dari pasir alami yang terbentuk melalui proses disintegrasi batuan secara alami (Natural sand) atau pasir buatan yang dihasilkan melalui alat pemecah batuan (Artificial sand). Ukuran agregat halus berkisar antara 0,15 hingga 5 mm.

Syarat agregat halus:

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, serta memiliki sifat yang kekal. Artinya, butir-butir tersebut tidak boleh pecah atau hancur akibat pengaruh cuaca, seperti terik matahari maupun hujan.
2. Kandungan lumpur dalam agregat halus tidak boleh melebihi 5% dari berat kering. Lumpur di sini didefinisikan sebagai partikel-partikel yang dapat lolos melalui ayakan berukuran 0,063 mm. Jika kadar lumpur melebihi 5%, maka agregat tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
3. Pasir laut tidak diperkenankan digunakan sebagai agregat halus untuk semua jenis mutu beton, kecuali jika ada petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui (Iqbal et al., 2022).

Sebagaimana kita ketahui, pasir memiliki peran yang signifikan dalam pembuatan beton dan merupakan material yang paling banyak digunakan dalam struktur bangunan.

Beberapa jenis pasir yang digunakan dalam penelitian sebelumnya dengan kualitas pasir yang berbeda-beda dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 : Tinjauan penggunaan pasir

Nama & tahun	Judul	Jenis Beton	Jenis pasir	Keterangan
(Koidah & Setiawan, 2022)	Analisis penggunaan pasir pantai sempur sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton	Beton Normal	Pasir pantai semempang	Modulus halus butir 3,07 ; diperoleh kuat tekan beton 37,33 Mpa
(Febrianto Blasius, 2014)	Penelitian kuat tekan dan berat jenis mortar untuk dinding panel dengan membandingkan penggunaan pasir Bangka dan pasir Baturaja dengan tambahan foaming agent dan silica fume	Beton Mortar	Pasir Bangka	Berat volume padat 1,568 kg/ltr, Berat volume gembur 1,448 kg/ltr ; diperoleh kuat tekan mortar 28 hari dengan perbandingan 1:1:5% 123,7 kg/cm ²
(Febrianto Blasius, 2014)	Penelitian kuat tekan dan berat jenis mortar untuk dinding panel dengan membandingkan penggunaan pasir Bangka dan pasir Baturaja dengan tambahan foaming agent dan silica fume	Beton Mortar	Pasir Baturaja	Berat volume padat 1,535 kg/ltr, Berat volume gembur 1,450 kg/ltr ; diperoleh kuat tekan mortar 28 hari dengan perbandingan 1:1:5% 116,8 kg/cm ²

2.2.2 Semen

Semen adalah bahan campuran yang akan bereaksi secara kimia setelah bersentuhan dengan air. Peran utama semen adalah mengikat partikel-partikel agregat, sehingga membentuk sebuah massa yang padat dan mengisi celah-celah udara yang ada di antara partikel-partikel agregat tersebut. Meskipun kandungan semen dalam beton hanya sekitar 10%, perannya sebagai bahan pengikat menjadikan semen sangat penting (Koidah & Setiawan, 2022).

Tabel 2.2 Susunan unsur semen non Portland (Gartner, 2004)

Jenis Semen Non-Portland	Unsur Senyawa Utama	Formula Kimia
Semen Pozzolanic	Silikat Kalsium (C3S, C2S)	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
	Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	-
Semen Tahan Sulfat (SRC)	Tri kalsium Silikat (C3S)	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
	Dikalium Silikat (C2S)	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
	Tri kalsium Aluminat (C3A)	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
Semen Kalsium Aluminat	Kalsium Aluminat (C3A)	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
	Kalsium Aluminoferit (C4AF)	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
	Magnesium Aluminat (C12A7)	$12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$
Semen Klinker	Kalsium Silikat (C3S, C2S)	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

Tabel 2.3 susunan unsur semen Portland (Koidah & Setiawan, 2022)

Oksida Persen	(%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	1 – 2
Soda/potash (Na ₂ O+K ₂ O)	0,5 – 1

Tabel 2.4 Penelitian penggunaan semen

Nama & Tahun	Judul	Jenis Beton	Jenis semen	Keterangan
(Prahara et al., 2015)	Analisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi	Beton Mutu Tinggi	Semen Portland tipe 1 merek 3 roda	Pada umur beton 28 hari didapat nilai kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 44,1 Mpa
(Prayuda & Pujianto, 2018)	Analisis kuat tekan beton mutu tinggi dengan bahan tambah superplastisizer dan limbah las karbit	Beton Mutu Tinggi	semen PCC (Portland Cement Composit) merk Tiga Roda	Kuat tekan paling tinggi dihasilkan dari benda uji 2 pada umur 28 hari sebesar 57,44 Mpa

Tabel 2.4 Penelitian penggunaan semen (*lanjutan*)

Nama & Tahun	Judul	Jenis Beton	Jenis semen	Keterangan
(Candra et al., 2019)	Pemanfaatan limbah putung rokok filter sebagai bahan campuran beton ringan berpori	Beton ringan	semen portland tipe I	Angka pori rata-rata sebesar 0,2854 Cm ³

2.2.3 Air

Air merupakan komponen utama yang digunakan dalam pembuatan beton. Air dalam pembuatan beton berperan penting dalam menghasilkan reaksi semen dan sebagai bahan pelumas di antara agregat kasar dan halus. Dibutuhkan sekitar 25%-30% air dari berat semen untuk membuatnya bereaksi. Namun, dalam kenyataannya saat berada di lapangan, jika mempertimbangkan faktor air semen. Keunggulan air adalah sebagai pelumas untuk agregat, yang membuat proses pencampuran menjadi lebih mudah. Namun, dengan kemudahan pengerjaan yang semakin meningkat, akan membuat beton menjadi porus, yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan kekuatan tekan beton (Candra et al., 2019).

Air dalam campuran beton memiliki peran penting dalam proses hidrasi semen dan sangat berpengaruh pada workability pekerjaan semen. Kental atau enceranya suatu campuran ditentukan oleh jumlah air yang terdapat dalam beton yang baru diaduk. Kandungan air dalam beton harus sesuai dengan yang ditetapkan dalam mix design serta memperhatikan kondisi lapangan saat pembuatan beton. Kadar air yang tinggi dapat membuat campuran beton menjadi encer, sementara kadar air yang rendah akan mengurangi daya rekat campuran beton (Agus, 2019).

Standar Kualitas Air untuk Beton Di Indonesia, standar kualitas air untuk beton merujuk pada *SNI 03-2834-2000* tentang "Tata cara pembuatan dan penggunaan beton". Standar ini mencakup beberapa ketentuan mengenai kualitas air yang harus digunakan dalam pembuatan beton, seperti:

1. Air Bersih: Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak reaksi hidrasi semen. Air yang mengandung minyak, asam, alkali, garam, atau bahan-bahan kimia lain yang berbahaya sebaiknya tidak digunakan.
2. pH: Air yang digunakan untuk beton harus memiliki pH antara 6 hingga 8.
3. Kekeruhan dan Kandungan Zat Terlarut: Air yang digunakan tidak boleh mengandung bahan organik atau zat terlarut yang dapat mempengaruhi reaksi hidrasi semen dan mempengaruhi daya tahan beton.

2.3 Bahan Tambahan (*Admixture*)

Berikut adalah bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian ini :

2.3.1 Abu Sekam Padi (ASP)

Sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan padi. Sekam padi yang telah dibakar mengandung silika (SiO_2) dan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Penambahan abu sekam padi dalam persentase tertentu dapat meningkatkan kekuatan mortar semen karena menghasilkan reaksi hidrasi semen, yaitu kalsium silikat hidrat.

Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran pada suhu $400\text{-}500^\circ\text{C}$ akan menghasilkan silika amorf, sedangkan pada suhu di atas 1000°C akan membentuk silika kristalin. Konversi sekam padi menjadi abu silika setelah melalui proses karbonisasi juga berpotensi menjadi sumber pozolan. Komponen organik yang terdapat dalam sekam padi diubah menjadi gas karbondioksida (CO_2) dan air selama proses pembakaran, sehingga yang tersisa adalah abu yang merupakan komponen anorganik (Pascasari et al., 2021).

Tabel 2.5 : Penelitian Terdahulu ASP

Nama Dan Tahun	Judul	Jenis Beton	Keterangan
(Husk et al., n.d.)	Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton	Beton Normal	ASP 0% = 11,218 Mpa ASP 8% = 10,142 Mpa ASP 10% = 9,527 Mpa ASP 12% = 8,759 Mpa
(Rahmat & Adnan, 2022)	Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) Terhadap Kuat Lentur Beton Ferrocement	Mortar	ASP 0% = 3,670 Mpa ASP 3% = 3,960 Mpa ASP 7% = 3,631 Mpa

2.3.2 Polypropylene (PP)

Polypropylene adalah senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia C_3H_6 . Senyawa ini terdiri dari filament tunggal atau jaringan serabut tipis berbentuk jala, dengan panjang yang bervariasi antara 6 mm hingga 50 mm dan diameter sekitar 8-90 mikron. Serat polypropylene umumnya digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan berbagai produk plastik. Penambahan serat polypropylene menjadi salah satu solusi untuk mengatasi sifat getas dan mengurangi risiko munculnya retak halus pada beton (Anwar et al., 2023).

Serat polypropylene memiliki karakteristik baik, seperti bobot yang ringan, kekuatan tarik yang tinggi, dan ketahanan yang baik. Dengan menambahkan serat polypropylene ke dalam beton, porositas beton akan berkurang, serta daya tahan terhadap retak menjadi lebih baik dibandingkan dengan beton yang tidak mengandung serat ini. Beton yang mengandung serat polypropylene juga memiliki daya serap air yang lebih rendah dan lebih kedap air. Selain itu, beton tersebut tahan terhadap klorida, sulfat, karbonasi, dan bahkan api. Penambahan serat polypropylene juga efektif dalam mengurangi penyusutan, yang berkontribusi pada pencegahan deformasi (Sultan et al., 2024).

Tabel 2.6 : Penelitian Terdahulu *Polypropylene*

Nama Dan Tahun	Judul	Jenis Beton	Keterangan
(H.A.Maksum et al., 2024)	Penambahan Serat <i>Polypropylene</i> Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Campuran Beton Geopolimer	Beton Normal	<i>Polypropylene</i> 0% = 20,80 Mpa <i>Polypropylene</i> 0,5% = 25,46 Mpa <i>Polypropylene</i> 1,0% = 23,77 Mpa <i>Polypropylene</i> 1,5% = 20,10 Mpa <i>Polypropylene</i> 2,0% = 19,65 Mpa
(R. P. Raihan et al., 2024)	Efektivitas Penambahan Serat <i>Polypropylene</i> Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer Dengan <i>Superplasticizer</i>	Beton Normal	<i>Polypropylene</i> 0% = 2,062 Mpa <i>Polypropylene</i> 0,5% = 3,304 Mpa <i>Polypropylene</i> 1,0% = 2,940 Mpa <i>Polypropylene</i> 1,5% = 2,563 Mpa

2.4 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/ft³), atau kilogram per meter kubik (kg/m³). 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 & Walujodjati, 2022).

Tabel : 2.7 Penelitian Terdahulu Tentang Berat Jenis (*Density*)

No	Peneliti & Tahun	Variabel Penelitian	Temuan Utama
1	Bouzoubaa et al. (2001)	Berat jenis Abu sekam padi dibanding semen	Abu sekam padi memiliki berat jenis $\pm 2,05$, jauh lebih rendah dari semen Portland ($\pm 3,15$), sehingga penggunaan Abu sekam padi menurunkan densitas mortar
2	Mohseni et al. (2016)	Abu sekam padi + nano-silika + <i>Polypropylene</i> pada mortar	Abu sekam padi dan <i>Polypropylene</i> sama-sama memiliki berat jenis lebih rendah dari semen dan agregat sehingga mengurangi densitas campuran

2.5 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 & Walujodjati, 2022).

Tabel 2.8 : Penelitian Terdahulu Tentang Penyerapan (*Absorpsi*)

No	Peneliti & Tahun	Variabel Penelitian	Temuan Utama
1	Khan et al. (2022)	20% Abu sekam padi pada ECC berbasis fly ash	Serapan air 28-hari turun dari $\pm 5,4\%$ menjadi $\pm 3,8\%$
2	Mohseni et al. (2016)	Abu sekam padi + nano-silika + <i>Polypropylene</i> pada mortar	<i>Polypropylene</i> dan abu sekam padi bersama-sama mengurangi penyerapan air dengan menutup pori-pori

2.6 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 megapaskal (MPa), yang menggambarkan nilai maksimum yang dapat dicapai (Ali & Walujodjati, 2022).

Tabel : 2.9 Penelitian Terdahulu Tentang Kuat Tekan Mortar.

No	Peneliti & Tahun	Variabel Penelitian	Temuan Utama
1	Pascasari et al. (2018)	OPC- Abu sekam padi	Kontrol (0% ASP) = 12,02 MPa ASP 6% = 12,88 MPa ASP 9% = 13,24 MPa ASP 12% = 13,11 MPa ASP 15% = 12,77 MPa

Tabel : 2.9 Penelitian Terdahulu Tentang Kuat Tekan Mortar (*lanjutan*)

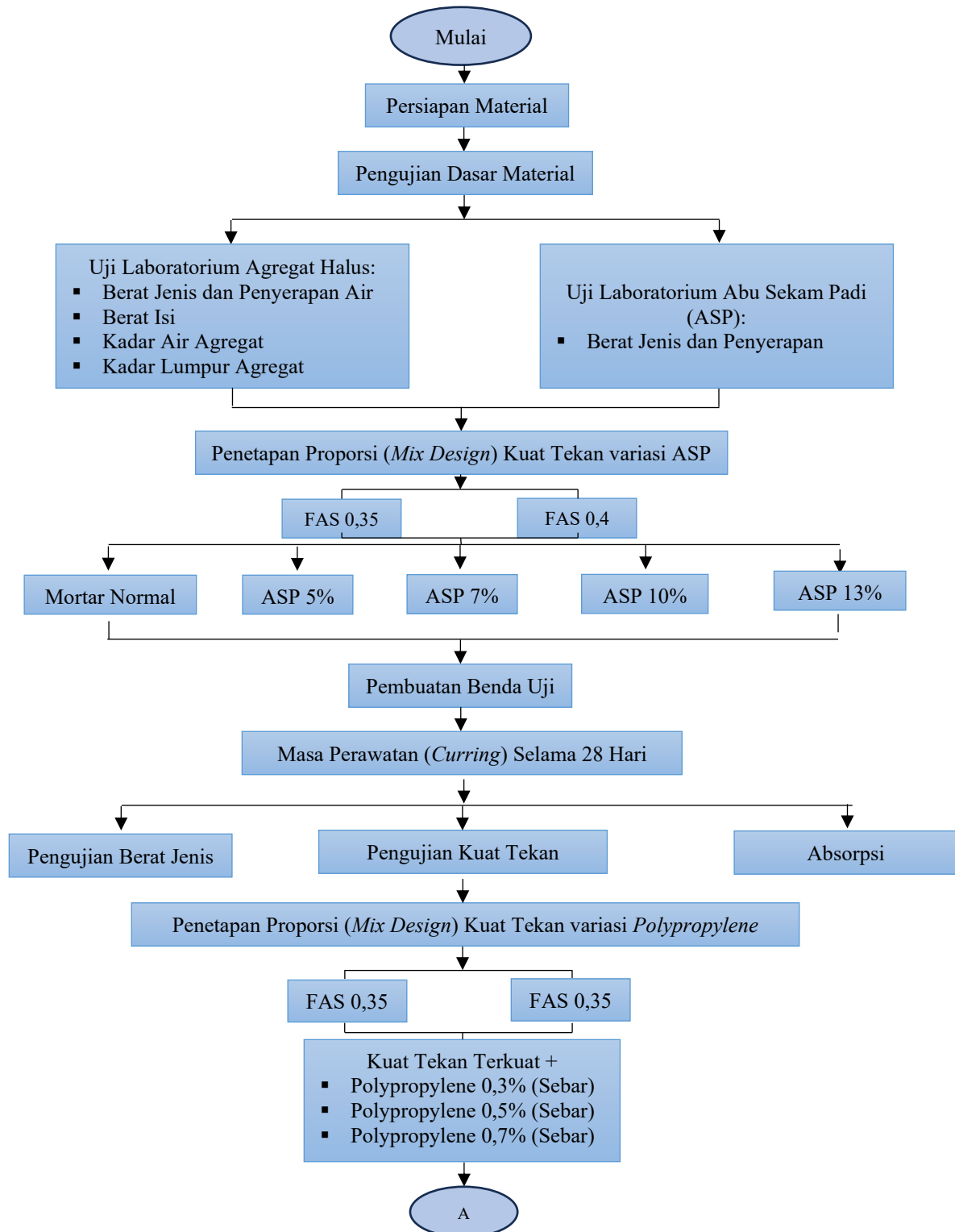
No	Peneliti & Tahun	Variabel Penelitian	Temuan Utama
2	Mohseni et al. (2016)	Abu sekam padi + nano-silika + <i>Polypropylene</i> pada mortar	Kontrol = 41,2 MPa ASP 10% = 42,5 MPa ASP 10% + PP 0,5% = 43,1 MPa
3	Aziz et al. (2025)	Beton daur ulang dengan Abu sekam padi + <i>Polypropylene</i>	Kontrol = 25,8 MPa ASP 10% + PP 0,8% = 28,9 MPa ASP 15% + PP 0,8% = 26,7 MPa

BAB III

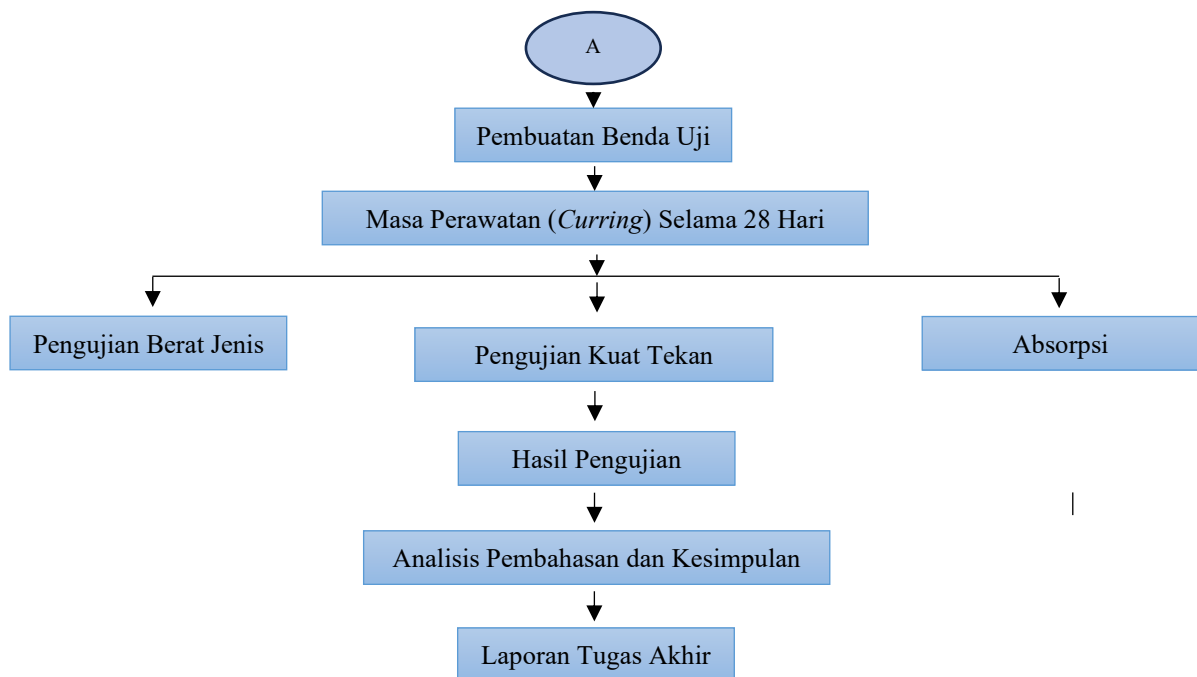
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 3.1 : Diagram Alir



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian (*Lanjutan*)

Pada gambar 3.1 menunjukkan alur dari metode penelitian dimana tahap pada proses penelitian dilakukan:

1. Persiapan alat dan bahan.

Sebelum memulai penelitian, perlu dilakukan proses persiapan baik persiapan dan pengecekan alat maupun persiapan bahan yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Hal ini dimaksudkan supaya mempermudah kinerja saat melakukan penelitian.

2. Pengujian bahan.

Pengujian bahan yang dilakukan berupa pengujian berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur serta berat jenis agregat. Untuk bahan pengganti semen yaitu abu sekam padi hanya dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan. Setelah pengujian dasar selesai dilakukan, maka selanjutnya dapat merencanakan rancangan campuran.

3. *Mix design*.

Merencanakan rancangan campuran (*mix design*) beton ringan merupakan hal yang penting sebelum melakukan pelaksanaan pengerjaan mortar. Dalam *mix design* ditentukan pula semua proporsi yang akan digunakan.

4. Pencampuran bahan tambahan.

- Pada uji kuat tekan pertama Penggunaan bahan pengganti semen pada penelitian ini menggunakan Abu sekam padi (5%, 7%, 10% dan 13%).
- Pada uji kuat tekan kedua penggunaan bahan tambahan *Polypropylene* (0,3%, 0,5%, 0,7%) dari berat keseluruhan bahan, dan menggunakan persenan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen yang nantinya memperoleh kuat tekan terbesar pada pengujian kuat tekan pertama .

5. Pembuatan benda uji pertama.

Pembuatan benda uji adalah proses utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Dilakukan pencampuran semua bahan penyusun beton mortar yaitu pasir, semen, air, abu sekam padi yang telah ditentukan proporsinya saat *mix design*.

6. Perawatan (*curing*).

Benda uji yang telah dicetak akan melalui proses perawatan (*curing*) dengan melakukan perendaman selama 28 hari.

7. Pengujian berat jenis (*density*)

Pada mortar dilakukan pengujian berat jenis terhadap mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

8. Uji penyerapan (*absorpsi*)

Pada mortar dilakukan uji penyerapan terhadap mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

9. Pengujian kuat tekan

Selanjutnya pada benda uji tekan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

10. Pembuatan benda uji kedua.

Pembuatan benda uji adalah proses utama yang dilakukan dalam penelitian ini. Dilakukan pencampuran semua bahan penyusun beton yaitu pasir, semen, air, abu sekam padi dan *polypropylene* yang telah ditentukan proporsinya saat *mix design*.

11. Perawatan (*curing*).

Benda uji yang telah dicetak akan melalui proses perawatan (*curing*) dengan melakukan perendaman selama 28 hari.

12. Pengujian berat jenis (*density*)

Pada mortar dilakukan pengujian berat jenis terhadap mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

13. Uji penyerapan (*absorpsi*)

Pada mortar dilakukan uji penyerapan terhadap mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

14. Pengujian kuat tekan

Selanjutnya pada benda uji tekan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton mortar yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

15. Hasil pengujian.

Setelah penelitian di Laboratorium telah selesai dilakukan, dilanjutkan pada pembahasan dan konsultasi analisa data pada dosen pembimbing.

16. Analisis Pembahasan dan kesimpulan.

Setelah analisa telah dikerjakan secara keseluruhan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

17. Laporan tugas akhir.

Tahapan selanjutnya adalah menyelesaikan laporan tugas akhir.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

3.2.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji

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

1. Saringan agregat halus No.4.

Saringan No. 4 adalah ayakan dengan ukuran bukaan 4,75 mm (0,187 inci) yang digunakan untuk memisahkan agregat halus dan agregat kasar. Saat menyiapkan pasir untuk mortar, saringan No. 4 dipakai untuk memastikan pasir yang digunakan benar-benar masuk kategori agregat halus.



Gambar 3.2 : Saringan Agregat halus No.4.

2. Oven.

Oven laboratorium digunakan untuk mengeringkan agregat halus sebelum pengujian. Proses pengeringan dilakukan pada suhu $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam atau hingga berat sampel konstan, sesuai dengan SNI 03-1970-1990.



Gambar 3.3 : Oven

3. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa bahan campuran seperti semen, pasir, abu sekam padi, dan serat polypropylene. Kapasitas timbangan yang digunakan adalah 30 kg dengan ketelitian 0,01 g.



Gambar 3.4 : Timbangan Digital

4. Ember

Ember digunakan sebagai wadah sementara untuk menampung bahan penelitian seperti pasir, semen, abu sekam padi, dan air pencampur. Ember yang digunakan berbahan plastik tebal dengan kapasitas 20 liter,



Gambar 3.5 : Ember

5. Sekop Tangan

Sekop tangan digunakan untuk memindahkan material seperti pasir, semen, abu sekam padi, dan campuran mortar dari wadah ke cetakan uji. Alat ini terbuat dari baja, memiliki panjang sekitar 35 cm dan lebar bilah 10 cm,



Gambar 3.6 : sekop tangan

6. Pan

Pan digunakan sebagai wadah penampung sementara agregat saat proses penimbangan atau pengeringan.



Gambar 3.7 : Pan

7. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air pencampur dalam pembuatan campuran mortar. Gelas ukur yang digunakan berbahan plastik transparan dengan kapasitas 500 ml, pengukuran dilakukan pada permukaan datar untuk menghindari kesalahan pembacaan skala. Penggunaan gelas ukur bertujuan memastikan volume air sesuai rancangan *water-cement ratio*, sehingga kualitas dan kekuatan mortar dapat terjaga.



Gambar 3.8 : Gelas Ukur

8. Piknometer

Piknometer digunakan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus. Alat ini berbentuk botol logam dengan kapasitas 500 ml, dilengkapi tutup berlubang untuk mengeluarkan kelebihan air. Pengujian dilakukan sesuai SNI 03-1970-1990 dengan suhu air $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.9 : Piknometer

9. Kawat Kasa dan Kaki Tiga

Kawat kasa digunakan untuk menyebarkan panas secara merata pada wadah saat proses pemanasan di laboratorium. Alat ini terbuat dari anyaman kawat baja yang dilapisi keramik pada bagian tengahnya. Kawat kasa diletakkan di atas kaki tiga, yang berfungsi sebagai penopang saat pemanasan menggunakan nyala api. Kaki tiga terbuat dari besi dengan tinggi 15 cm, dirancang untuk menopang kawat kasa dan wadah dengan stabil sehingga proses pemanasan dapat berlangsung aman dan merata.



Gambar 3.10 : Kawat Kasa dan Kaki Tiga

10. Spirtus

Spirtus digunakan sebagai bahan bakar pada kompor spirtus untuk memanaskan air dalam pengujian berat jenis pasir menggunakan piknometer



Gambar 3.11: Spirtus

11. Wadah pengujian berat isi

Wadah pengujian berat isi digunakan untuk mengukur berat isi agregat halus yang digunakan dalam penelitian. Wadah terbuat dari baja berbentuk silinder dengan kapasitas 3 liter, dilengkapi pegangan di kedua sisi. Pengujian dilakukan sesuai SNI 03-4804-1998.



Gambar 3.12: Wadah pengujian berat isi

12. Tongkat pemadat

Tongkat pemadat digunakan untuk memadatkan adukan mortar di dalam cetakan benda uji agar tidak terdapat rongga udara. Tongkat ini terbuat dari baja dengan panjang 20 cm dan diameter ujung 10 mm berbentuk tumpul. Tongkat pemadat juga digunakan pada pengujian berat isi.



Gambar 3.13: Tongkat pemadat

13. Plastik 10 Kg

Plastik berkapasitas 10 kg digunakan untuk menampung dan mengemas bahan penelitian seperti pasir, semen, abu sekam padi, dan serat polypropylene. Plastik terbuat dari bahan polietilena yang tahan air dan kelembapan, dengan kapasitas ± 10 kg material. Penggunaan plastik ini bertujuan menjaga bahan tetap bersih, mencegah pencampuran dengan kotoran, serta memudahkan proses penimbangan dan pemindahan bahan di laboratorium.



Gambar 3.14 : Plastik 10 Kg

14. Kuas

Kuas digunakan untuk membersihkan cetakan benda uji dari sisa mortar atau debu, serta untuk mengoleskan minyak pelumas pada permukaan cetakan agar memudahkan proses pembongkaran benda uji.



Gambar 3.15 : Kuas

15. Bak Perendam

Bak perendam digunakan untuk proses *curing* benda uji mortar selama periode tertentu sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.



Gambar 3.16 : Bak Perendam

16. Mesin Pengaduk (Bor)

Penggunaan mesin pengaduk bertujuan untuk mendapatkan campuran yang merata sesuai komposisi rancangan sehingga mutu benda uji lebih konsisten.



Gambar 3.17 : Mesin Pengaduk (Bor)

17. Cetakan Benda Uji Berbentuk Kubus

Cetakan kubus berukuran $5 \times 5 \times 5$ cm digunakan untuk membentuk benda uji mortar sesuai SNI 03-6825-2002. Cetakan terbuat dari baja yang dapat dibongkar pasang dengan permukaan bagian dalam yang halus untuk memastikan bentuk benda uji presisi.



Gambar 3.18 : Cetakan Benda Uji Berbentuk Kubus 5cm x 5cm 5cm

18. Alat Pengujian Beton.

Alat ini digunakan untuk mengukur kekuatan tekan maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji kubus mortar ukuran $5 \times 5 \times 5$ cm. Proses pengujian dilakukan sesuai SNI 03-6825-2002 hingga benda uji hancur dan nilai beban maksimum digunakan untuk menghitung kuat tekan mortar.



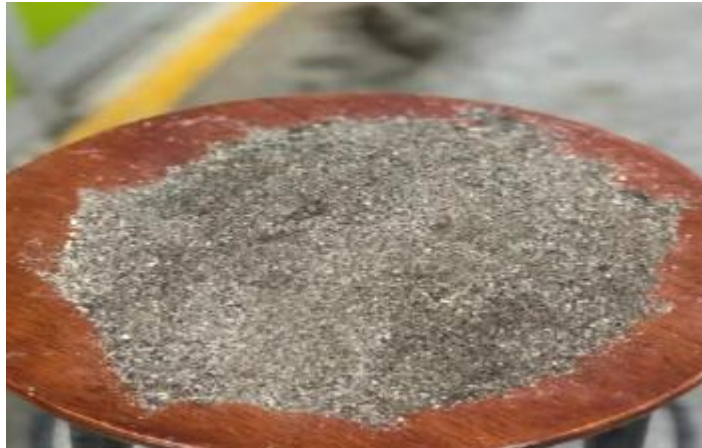
Gambar 3.19 : Alat Penguji Beton *compression machine test*

3.2.2 Bahan Pembuatan Mortar

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan dalam penelitian, yaitu:

1. Agregat Halus (Pasir).

Agregat halus yang digunakan merupakan pasir binjai, pasir halus alami yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan memenuhi ketentuan SNI 03-6825-2002.



Gambar 3.20 : Agregat Halus

2. Semen

Semen yang direncanakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang (*Portland Composit Cement*) sesuai (SNI 7064:2022). Semen ini dipilih karena memiliki panas hidrasi rendah, ketahanan yang baik terhadap serangan sulfat ringan, serta mutu yang konsisten di pasaran. Sebelum digunakan, semen disimpan di tempat kering dan bebas dari kelembaban untuk menjaga kualitasnya.



Gambar 3.21 : Semen

3. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air ini bebas dari zat-zat yang dapat merusak ikatan semen seperti minyak, asam, dan bahan organik.



Gambar 3.22 : Air

4. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan adalah abu sekam padi yang lolos dari saringan No.100. Abu sekam padi didapat dari salah satu toko grosir dikota medan.



Gambar 3.23 : Abu Sekam Padi

5. Polypropylene

Sika *polypropylene* didapat dari toko bangunan dikota medan. (SNI 03-2834-2000) bisa digunakan sebagai acuan terkait penggunaan serat dalam beton, meskipun tidak secara spesifik membahas polypropylene.



Gambar 3.23 : Polypropylene

3.3 Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksaan, diantaranya:

3.3.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

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

Langkah-langkah pengerjaannya berat jenis dan penyerapan agregat halus:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Mengeringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Memasukkan contoh agregat halus kedalam cetakan kerucut pasir, lalu memadatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi-sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Memasukkan air kedalam piknometer sampai penuh lalu menimbang dan mencatat hasilnya.
5. Membuang air dari piknometer.

6. Memasukkan contoh agregat sebanyak 500 gram kedalam piknometer, lalu mengisi piknometer dengan air sampai penuh.
7. Menggoyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Menambahkan air sampai setengah, kemudian memanaskan piknometer dengan spritus selama ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan, setelah itu diguncang selama 1 menit, lakukan sampai 3 kali.
9. Merendam piknometer kedalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam ± 24 jam piknometer diangkat dan menimbang beratnya.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada perhitungan berikut :

a. Sampel 1

Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	= 500 gr (B)
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	= 490 gr (E)
Berat piknometer penuh air	= 650 gr (D)
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	= 955 gr (C)
Berat wadah	= 310 gr
Berat wadah + contoh SSD kering oven 110°C	= 800 gr

Analisa data :

- Berat Jenis Contoh Kering

$$= \frac{E}{(B+D+C)}$$

$$= \frac{490}{(500+650-955)}$$

$$= 2,512 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh SSD

$$= \frac{B}{(B+D-C)}$$

$$= \frac{500}{(500+650-955)}$$

$$= 2,564 \text{ gr}$$

- Berat Jenis Contoh Semu

$$= \frac{E}{(E+B-C)}$$

$$= \frac{490}{(490+650-955)}$$

$$= 2,648 \text{ gr}$$
- Penyerapan

$$= \frac{B-E}{E} \times 100 \%$$

$$= \frac{500-490}{490} \times 100 \%$$

$$= 2,04 \%$$

b. Sampel 2

Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	= 500 gr (B)
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	= 493 gr (E)
Berat piknometer penuh air	= 650 gr (D)
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	= 955 gr (C)
Berat wadah	= 310 gr
Berat wadah + contoh SSD kering oven 110°C	= 803 gr

Analisa data :

- Berat Jenis Contoh Kering

$$= \frac{E}{(B+D+C)}$$

$$= \frac{493}{(500+650-955)}$$

$$= 2,528 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh SSD

$$= \frac{B}{(B+D-C)}$$

$$= \frac{500}{(500+650-955)}$$

$$= 2,564 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh Semu

$$= \frac{E}{(E+B-C)}$$

$$= \frac{493}{(493+650-955)}$$

$$= 2,622 \text{ gr}$$

- Penyerapan
$$= \frac{B-E}{E} \times 100 \%$$
$$= \frac{500-493}{493} \times 100 \%$$
$$= 1,42 \%$$

Tabel 3.1 : Hasil Penelitian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.

Lolos Ayakan No.4	1	2	Rata-rata
Berat Contoh SSD (Permukaan Jenuh) (B)	500	500	500
Berat contoh SSD Kering Oven (110°C) Sampai Konstan (E)	490	493	491,5
Berat Piknometer Penuh Air (D)	650	650	650
Berat contoh SSD di dalam Piknometer Penuh Air (C)	955	955	955
Berat Jenis contoh Kering	2,512	2,528	2,52
Berat Jenis contoh SSD	2,564	2,654	2,564
Berat Jenis contoh Semu	2,648	2,622	2,635
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	2,04	1,42	1,73

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,564 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $2,52 < 2,564 < 2,635$ dan penyerapan rata-rata sebesar 1,73%. Berdasarkan standar ASTM C128 tentang absorsi yang baik adalah dibawah 2% dari nilai absorsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.3.2 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air ini berfungsi sebagai koreksi terhadap pemakaian air untuk campuran beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Kadar air dalam agregat dapat mempengaruhi Faktor Air Semen (FAS) untuk campuran beton dan mempengaruhi kuat tekan beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 566) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang kadar air agregat halus.

Langkah-langkah pengerjaan kadar air agregat halus:

1. Mengambil contoh bahan sebagian untuk mewakili jumlah besar bahan yang akan digunakan.
2. Memasukkan contoh kedalam wadah lalu ditimbang.
3. Mengeringkan contoh bahan sampai berat konstan kedalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $\pm 105^\circ\text{C}$.
4. Mengeluarkan contoh bahan dari oven untuk mendinginkan dalam suhu ruang kemudian ditimbang.
5. Melakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali.

Pemeriksaan kadar air pada pasir ini dilakukan untuk memenuhi besarnya kadar air yang terkandung dalam pasir dengan cara pengeringan dalam oven. Kadar air pada pasir adalah perbandingan antara berat pasir dalam kondisi kering oven terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan mortar yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

a. Sampel 1

Berat Wadah	= 520 gr (w_3)
Berat contoh SSD dan Wadah	= 1020 gr (w_1)
Berat contoh SSD	= 500 gr
Berat contoh Kering Oven + Wadah	= 1010 gr (w_2)

Analisa data :

- Berat Air $= w_1 - w_2$
 $= 1020 - 1010$
 $= 10 \text{ gr}$
- Berat contoh Kering $= w_2 - w_3$
 $= 1010 - 520$
 $= 490 \text{ gr}$
- Kadar Air $= \left(\frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \right) \times 100\%$
 $= (10 / 490) \times 100\%$
 $= 2,04\%.$

b. Sampel 2

- Berat Wadah $= 520 \text{ gr } (w_3)$
- Berat contoh SSD dan Wadah $= 1020 \text{ gr } (w_1)$
- Berat contoh SSD $= 500 \text{ gr}$
- Berat contoh Kering Oven + Wadah $= 1009 \text{ gr } (w_2)$

Analisa data :

- Berat Air $= w_1 - w_2$
 $= 1020 - 1009$
 $= 11 \text{ gr}$
- Berat contoh Kering $= w_2 - w_3$
 $= 1009 - 520$
 $= 491 \text{ gr}$
- Kadar Air $= \left(\frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \right) \times 100\%$
 $= (11 / 491) \times 100\%$
 $= 2,24\%.$

Tabel 3.2 : Hasil Pemeriksaan Kadar Air Pasir

Keterangan	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan Berat Wadah	Gram	1020	1020	1020
Berat contoh SSD	Gram	500	500	500
Berat Kering Oven dan Berat Wadah	Gram	1010	1009	1009,5
Berat contoh Kering	Gram	490	491	490,5
Berat Wadah	Gram	520	520	520
Berat Air	Gram	10	11	10,5
Kadar Air	%	2,04	2,24	2,14

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar air rata-rata sebesar 2,14%. Hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan , yaitu 2,0% – 4,0%.

3.3.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2834-1993) serta mengikuti buku panduan praktikum. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase.

Langkah-langkah pengerjaan kadar lumpur agregat halus:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan, lalu diayak dengan saringan No.4 dan mengambil agregat yang lolos saringan.
3. Menimbang berat contoh setelah diayak.

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

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-1993 serta mengikuti buku panduan praktikum.

Pemeriksaan kadar lumpur aggregate halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan no.200, persentase yang dapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya didalam persentase.

a. Sampel 1

Wadah	= 512 gr
Berat contoh Kering	= 500 gr (A)
Berat Wadah + contoh Basah	= 1130 gr
Berat Wadah + contoh Setelah di Oven 24 Jam	= 990 gr

Analisa data :

- Berat Kering contoh Setelah dicuci (B)

$$= 990 - 512$$

$$= 475 \text{ gr}$$
- Berat Kotoran Agregat Halus Lolos Saringan No.200 Setelah Dicuci (C)

$$= A - B$$

$$= 500 - 475$$

$$= 25 \text{ gr}$$

- Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200 Setelah Dicuci (D)

$$= \frac{C}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{25}{500} \times 100\%$$

$$= 5\%$$

b. Sampel 2

Wadah	= 512 gr
-------	----------

Berat contoh Kering	= 500 gr (A)
---------------------	--------------

Berat Wadah + contoh Basah	= 1130 gr
----------------------------	-----------

Berat Wadah + contoh Setelah di Oven 24 Jam	= 998 gr
---	----------

Analisa data :

- Berat Kering contoh Setelah dicuci (B)

$$= 998 - 512$$

$$= 486 \text{ gr}$$

- Berat Kototran Agregat Halus Lolos Saringan No.200 Setelah Dicuci (C)

$$= A - B$$

$$= 500 - 486$$

$$= 14 \text{ gr}$$

- Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200 Setelah Dicuci (D)

$$= \frac{C}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{14}{500} \times 100\%$$

$$= 2,8\%$$

Tabel 3.3 : Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh Kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	475	486	480,5
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200 Setelah dicuci (gr)	25	14	19,5
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200 Setelah dicuci (%)	5	2,8	3,9

Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 5%, sampel kedua sebesar 2,8%, dengan rata-rata sebesar 3,9%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971, yaitu $< 5\%$.

3.3.4 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 aggregate halus :

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Agregat dalam kondisi kering oven.
3. Meletakkan aggregate halus kedalam pan.
4. Menimbang wadah baja dan mengukur dimensi wadah untuk mengetahui volume wadah kemudian mencatatnya.
 - a. Cara lepas

1. Memasukan contoh bahan kedalam wadah besi hingga penuh menggunakan sekop tangan (dengan cara jatuh bebas dari ketinggian 5 cm diatas wadah).
2. Setelah penuh kemudian meratakan permukaan wadah dengan mistar perata.
3. Kemudian menimbangny (benda uji + wadah) dan mencatatnya.

b. Cara penusukan

1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menusuknya dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian yang penuh.
2. Menambahkan kembali benda uji kedalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya dengan mistar Perata.
3. Kemudian menimbangny (benda uji + wadah) dan mencatatnya.

c. Cara penggoyangan

1. Memasukan benda uji kedalam wadah sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menggoyangkan dengan cara mengangkat salah satu sisi wadah secara bergantian sebanyak 25 kali, lakukan hal yang sama untuk ketinggian 2/3 dan ketinggian penuh.
2. Menambah Kembali benda uji kedalam wadah hingga penuh kemudian meratakannya menggunakan mistar Perata.
3. Kemudian menimbang dan mencatatnya.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat isi agregat halus. Berat isi adalah perbandingan berat denga isi. Mengacu pada SNI 03-4804-1998 proses pengujian untuk berat isi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu cara lepas, cara rojok dan cara penggoyangan, dapat dilihat dengan cara berikut :

Berat Wadah	= 5.325 gr
Tinggi Wadah	= 24 cm
Diameter Wadah	= 24 cm
Berat contoh + Isi	=

- Cara lepas = 20.620 gr
- Cara Rojok = 21.810 gr
- Cara Goyang = 21.555 gr

Analisa data :

$$\begin{aligned}\text{Volume wadah} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 24^2 \times 24 \\ &= 10.851,84 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

a. Cara Lepas

- Berat contoh = (Berat wadah + isi) – (Berat wadah)
= 20.620 – 5.325
= 15.295 gr
- Berat isi = Berat contoh / Volume wadah
= 15.295 / 10.851,84
= 1,41 gr/cm³

b. Cara Rojok

- Berat contoh = (Berat wadah + isi) – (Berat wadah)
= 21.810 – 5.325
= 16.485 gr
- Berat isi = Berat contoh / Volume wadah
= 16.485 / 10.851,84
= 1,52 gr/cm³

c. Cara Goyang

- Berat contoh = (Berat wadah + isi) – (Berat wadah)
= 21.555 – 5.325
= 16.230
- Berat isi = Berat contoh / Volume Wadah
= 16.230 / 10.851,84
= 1,496 gr/cm³.

Dari pemeriksaan yang telah dilakukan pada agregat halus, diperoleh berat isi benda uji dengan cara lepas sebesar 1,41 gram/cm³, dengan cara rojok sebesar 1,52 gram/cm³, dan dengan cara goyang sebesar 1,496 gram/cm³.

3.4 Mix Design

Pada penelitian ini abu sekam padi digunakan sebagai bahan alternatif menggantikan semen sebagian sebanyak 42 sampel dengan variasi pembagian yang berbeda-beda sebesar 5%, 7%, 10% dan 13%.

Pada penelitian ini juga menggunakan *polypropylene* sebagai bahan tambahan mortar sebanyak 18 sampel dengan variasi yang berbeda beda dengan variasi 0,3%, 0,5% dan 0,7%. 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 dan total keseluruhan sampel sebanyak 48 sampel. Untuk lebih jelasnya jumlah sampel benda uji yang akan di buat terdapat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.4 : *Mix Design Fas 0,35*.

No.	Tes	FAS	Semen	Pasir	ASP	Serat	tes	metode reinforcement	jum Sample
1	Normal	0,35	1	3	-	-	cube 5x5x5	-	3
2	Tes 1.A	0,35	95%	3	5%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,35	93%	3	7%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,35	91%	3	9%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,35	87%	3	13%	-	cube 5x5x5	-	3
3	Tes 1.B	0,35	Test 1.A Opt	3	Test 1.A Opt	0,30%	cube 5x5x5	sebar	3
		0,35	Test 1.A Opt	3	Test 1.A Opt	0,50%	cube 5x5x5	sebar	3
		0,35	Test 1.A Opt	3	Test 1.A Opt	0,70%	cube 5x5x5	sebar	3
Total Sampel									24

Tabel 3.5 : *Mix Design Fas 0,4.*

No.	Tes	FAS	Semen	Pasir	ASP	Serat	tes	metode reinforcement	jum Sample
1	Normal	0,4	1	3	-	-	cube 5x5x5	-	3
2	Tes 2.A	0,4	95%	3	5%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,4	93%	3	7%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,4	91%	3	9%	-	cube 5x5x5	-	3
		0,4	87%	3	13%	-	cube 5x5x5	-	3
3	Tes 2.B	0,4	Test 2.A Opt	3	Test 2.A Opt	0,30%	cube 5x5x5	sebar	3
		0,4	Test 2.A Opt	3	Test 2.A Opt	0,50%	cube 5x5x5	sebar	3
		0,4	Test 2.A Opt	3	Test 2.A Opt	0,70%	cube 5x5x5	sebar	3
Total sampel									24

3.5 Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji direncanakan dengan menggunakan standar (SNI 6882-2014) “ Spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan “ .

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa benda uji mortar berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5.

3.5.1 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*.
4. Masukkan bahan-bahan adonan dimulai dari pasir, abu sekam padi,semen.

5. Menyalakan mesin pengaduk atau *mixer* kemudian biarkan hingga semua bahan tersebut tercampur hingga rata.
6. Masukkan air kedalam mesin *mixer* kemudian tunggu hingga air tercampur dengan merata.
7. Mematikan mesin pengaduk atau *mixer*.
8. Menuangkan adonan mortar kedalam cetakan kubus secara merata dan bertahap.
9. Meratakan permukaan adonan mortar pada cetakan dengan sendok spesi.
10. Mendinginkan cetakan selama 24 jam hingga mortar mengeras dengan sendirinya.
11. Membuka cetakan setelah 24 jam dan biarkan mortar hingga benar-benar mengering.
12. Setelah cukup kering, merendam benda uji kedalam air selama umur rencana 28 hari.
13. Melakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin *compression test*

3.5.2 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*.
4. Masukkan bahan-bahan adonan dimulai dari pasir, abu sekam padi, semen.
5. Menyalakan mesin pengaduk atau *mixer* kemudian biarkan hingga semua bahan tersebut tercampur hingga rata.

6. Masukkan air dan bahan tambahan (*polypropylene*) kedalam mesin *mixer* kemudian tunggu hingga air dan bahan lainnya tercampur dengan merata.
7. Mematikan mesin pengaduk atau *mixer*.
8. Menuangkan adonan mortar kedalam cetakan kubus secara merata dan bertahap.
9. Meratakan permukaan adonan mortar pada cetakan dengan sendok spesi.
10. Mendinginkan cetakan selama 24 jam hingga mortar mengeras dengan sendirinya.
11. Membuka cetakan setelah 24 jam dan biarkan mortar hingga benar-benar mengering.
12. Setelah cukup kering, merendam benda uji kedalam air selama umur rencana 28 hari.
13. Melakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin *compression test*

3.5.3 Perawatan Benda Uji

Sesudah pelaksanaan pembuatan benda uji, maka dilakukan perendaman benda uji dengan ketentuan (ASTM C 31) dan (ASTM C 91). Perawatan benda uji dilakukan dengan cara direndam dalam bak perendaman. Benda uji diangkat dari bak 1 hari sebelum sampel di uji. Hal ini dimaksudkan agar pada waktu di uji, sampel dalam keadaan tidak basah. Pengujian dilakukan pada saat sampel berumur 28 hari. Hal ini berarti benda uji diangkat dari bak pada saat berumur 27 hari.

Adapun kondisi perendaman harus seluruh bagian dari benda uji terendam dengan baik. Pada penelitian ini langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembongkaran benda uji dilakukan + 24 jam setelah pembuatan.
2. Perendaman didalam bak rendaman Laboratorium Teknik Sipil UMSU untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji direndam selama 28 hari.
3. Benda uji diangkat dari bak perendaman sehari sebelum hari pengujian.

3.6 Berat Jenis Mortar (*Density*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*density*) benda uji.

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.1)$$

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)

3.7 Penyerapan Mortar (*Absorpsi*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai penyerapan pada benda uji.

$$\text{Absorpsi} = \left(\frac{W_w - W_d}{W_d} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana:

- Ww = Berat sampel basah (Kg/m³)
- Wd = Berat sampel kering (Kg/m³)

Langkah-langkah pengujian penyerapan (*absorpsi*) sebagai berikut:

- Timbang sampel benda uji yang dikeluarkan dari bak perendam, kemudian catat nilai beratnya.
- Oven benda uji selama ±24 jam, kemudian catat nilai beratnya
- Kemudian hitung nilai *absorpsi*.

3.8 Kuat Tekan (*Compressive strength*)

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder,

selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Kuat tekan beton mortar tersebut dapat dihitung berdasarkan (SNI 03-1974-1990).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan mortar:

1. Menimbang berat benda uji.
2. Letakkan benda uji kedalam mesin *compression machine test*.
3. Pengujian dilakukan dengan pembebanan maksimum sehingga benda uji jadi hancur.
4. Untuk pengambilan data, catat nilai beban maksimum pada benda uji yang di uji.

Besarnya kuat tekan dihitung dengan rumus:

$$f_c (\sigma_m) = \frac{P_{maks}}{A} \quad (3.3)$$

Dimana:

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

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Abu Sekam Padi

4.1.1 Berat Jenis dan Penyerapan

Dikarenakan belum ada spesifikasi tentang perhitungan berat jenis dan penyerapan abu sekam padi, maka alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Berat jenis dan penyerapan dapat dilihat pada perhitungan berikut :

a. Sampel 1

Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	= 100 gr (B)
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	= 80 gr (E)
Berat piknometer penuh air	= 650 gr (D)
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	= 665 gr (C)
Berat wadah	= 170 gr
Berat wadah + contoh SSD kering oven 110°C	= 250 gr

Analisa data :

- Berat Jenis Contoh Kering
$$= \frac{E}{(B+D+C)}$$
$$= \frac{80}{(100+650-665)}$$
$$= 0,941 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh SSD
$$= \frac{B}{(B+D-C)}$$
$$= \frac{100}{(100+650-665)}$$
$$= 1,176 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh Semu
$$= \frac{E}{(E+B-C)}$$
$$= \frac{80}{(80+650-665)}$$
$$= 1,231 \text{ gr}$$

- Penyerapan
$$= \frac{B-E}{E} \times 100 \%$$
$$= \frac{100-80}{80} \times 100 \%$$
$$= 25 \%$$

b. Sampel 2

Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	= 100 gr (B)
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	= 87 gr (E)
Berat piknometer penuh air	= 650 gr (D)
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	= 665 gr (C)
Berat wadah	= 170 gr
Berat wadah + contoh SSD kering oven 110°C	= 257 gr

Analisa data :

- Berat Jenis Contoh Kering
$$= \frac{E}{(B+D+C)}$$
$$= \frac{87}{(100+650-665)}$$
$$= 1,023 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh SSD
$$= \frac{B}{(B+D-C)}$$
$$= \frac{100}{(100+650-665)}$$
$$= 1,176 \text{ gr}$$
- Berat Jenis Contoh Semu
$$= \frac{E}{(E+B-C)}$$
$$= \frac{87}{(87+650-665)}$$
$$= 1,208 \text{ gr}$$
- Penyerapan
$$= \frac{B-E}{E} \times 100 \%$$
$$= \frac{100-87}{87} \times 100 \%$$
$$= 14,94 \%$$

Tabel 4.1 : Hasil Penelitian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Sekam Padi

Lolos Ayakan No.4	1	2	Rata-rata
Berat Contoh SSD (Permukaan Jenuh) (B)	100	100	100
Berat contoh SSD Kering Oven (110°C) Sampai Konstan (E)	80	87	83,5
Berat Piknometer Penuh Air (D)	650	650	650
Berat contoh SSD di dalam Piknometer Penuh Air (C)	665	665	665
Berat Jenis contoh Kering	0,941	1,023	0,982
Berat Jenis contoh SSD	1,176	1,176	1,176
Berat Jenis contoh Semu	1,231	1,208	1,219
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	25	14,94	19,97

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu sekam padi adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 1,176 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $0,982 < 1,176 < 1,219$ dan penyerapan rata-rata sebesar 19,97%. Berdasarkan standar ASTM C128 tentang absorsi yang baik adalah dibawah 2% dari nilai absorsi abu sekam padi yang diperoleh belum memenuhi syarat.

4.2 *Mix Design*

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan sampel pada tiap-tiap variasi, dimana tiap variasinya memiliki 3 sampel yang dicetak. Acuan yang digunakan untuk pembuatan mortar adalah (ASTM C-109) , dan acuan yang digunakan untuk pembuatan mortar menggunakan (SNI 03-6882-2002 : Pekerjaan mortar untuk pekerjaan pemasangan). Jumlah campuran yang dibutuhkan dalam satu kali *mix* dilihat pada perhitungan berikut :

$$\text{Berat Isi Semen} = 1250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Isi Pasir} = 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

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

- Perbandingan semen dan pasir adalah 1 semen : 3 pasir

Penyebut semen dan pasir disamakan = y

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

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

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

- Jumlah semen yang digunakan untuk 1 m^3

$$\begin{aligned} - \text{ Semen} &= 1 = 1 \times y \\ &= 1 \times 0,25 \\ &= 0,25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Semen} &= \text{Semen} \times \text{Berat isi semen} \\ &= 0,25 \times 1250 \\ &= 312,5 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Jumlah pasir yang digunakan untuk 1 m^3

$$\begin{aligned} - \text{ Pasir} &= 3 = 3 \times y \\ &= 3 \times 0,25 \\ &= 0,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Pasir} &= \text{Pasir} \times \text{Berat isi pasir} \\ &= 0,75 \times 1400 \\ &= 1050 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Jumlah Air yang digunakan untuk 1 m^3

$$\begin{aligned} - \text{ Fas } 0,35 &= \text{Jumlah Semen} \times 0,35 \\ &= 312,5 \times 0,35 \\ &= 109,38 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Fas } 0,40 &= \text{Jumlah Semen} \times 0,40 \\ &= 312,5 \times 0,40 \\ &= 125 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Dimensi benda uji
 - Kuat Tekan $= 0,05 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}$
 $= 0,000125 \text{ m}^3$
 - Kuat Lentur $= 0,16 \text{ m} \times 0,04 \text{ m} \times 0,04 \text{ m}$
 $= 0,000256 \text{ m}^3$

Data yang dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

1. Kuat tekan pertama dengan variasi abu sekam padi

- Normal dengan FAS 0,35
 - Semen $= 312,5 \times 0,000125$
 $= 0,039 \text{ kg/m}^3$
 - Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$
 - Air $= 109,38 \times 0,000125$
 $= 0,014 \text{ kg/m}^3$
- ASP (5%) dengan FAS 0,35
 - Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,002$
 $= 0,037 \text{ kg/m}^3$
 - Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$
 - Air $= 109,38 \times 0,000125$
 $= 0,014 \text{ kg/m}^3$
 - ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 5\%$
 $= 0,002 \text{ kg/m}^3$
- ASP (7%) dengan FAS 0,35
 - Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,003$
 $= 0,036 \text{ kg/m}^3$
 - Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$
 - Air $= 109,38 \times 0,000125$
 $= 0,014 \text{ kg/m}^3$
 - ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 7\%$

$$= 0,003 \text{ kg/m}^3$$

- ASP (10%) dengan FAS 0,35

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 - 0,004 \\ &= 0,035 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\ &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 109,38 \times 0,000125 \\ &= 0,014 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (312,5 \times 0,000125) \times 10\% \\ &= 0,004 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP (13%) dengan FAS 0,35

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 - 0,005 \\ &= 0,034 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\ &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 109,38 \times 0,000125 \\ &= 0,014 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ASP} &= (312,5 \times 0,000125) \times 13\% \\ &= 0,005 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Normal dengan FAS 0,40

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 \\ &= 0,039 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\ &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 125 \times 0,000125 \\ &= 0,016 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- ASP (5%) dengan FAS 0,40

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 - 0,002 \\ &= 0,037 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\ &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Air} = 125 \times 0,00012$$

- $$= 0,016 \text{ kg/m}^3$$
- ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 5\%$
 $= 0,002 \text{ kg/m}^3$
- ASP (7%) dengan FAS 0,40

Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,003$
 $= 0,036 \text{ kg/m}^3$

Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$

Air $= 125 \times 0,000125$
 $= 0,016 \text{ kg/m}^3$

ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 7\%$
 $= 0,003 \text{ kg/m}^3$
 - ASP (10%) dengan FAS 0,40

Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,004$
 $= 0,035 \text{ kg/m}^3$

Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$

Air $= 125 \times 0,000125$
 $= 0,016 \text{ kg/m}^3$

ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 10\%$
 $= 0,004 \text{ kg/m}^3$
 - ASP (13%) dengan FAS 0,40

Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,005$
 $= 0,034 \text{ kg/m}^3$

Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$

Air $= 109,38 \times 0,000125$
 $= 0,016 \text{ kg/m}^3$

ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 13\%$
 $= 0,005 \text{ kg/m}^3$

Tabel 4.2 : Bahan Campuran untuk kuat tekan pertama dengan variasi ASP

FAS	Material	Normal (kg/m ³)	ASP 5% (kg/m ³)	ASP 7% (kg/m ³)	ASP 10% (kg/m ³)	ASP 13% (kg/m ³)
0,35	Semen	0,039	0,037	0,036	0,035	0,034
	Pasir	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131
	Air	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
	ASP	-	0,002	0,003	0,004	0,005
0,40	Semen	0,039	0,037	0,036	0,35	0,34
	Pasir	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131
	Air	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
	ASP	-	0,002	0,003	0,004	0,005

2. Kuat tekan kedua, kuat tekan terkuat dari kuat tekan pertama ditambah dengan variasi *polypropylene*

- ASP (5%) + *polypropylene* (0,3%) dengan FAS 0,35

$$\text{Semen} = 312,5 \times 0,000125 - 0,002$$

$$= 0,037 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 1050 \times 0,000125$$

$$= 0,131 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air} = 109,38 \times 0,000125$$

$$= 0,014 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ASP} = (312,5 \times 0,000125) \times 5\%$$

$$= 0,002 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Polypropylene} = (0,037+0,131+0,014+0,002) \times 0,3\%$$

$$= 0,000552 \text{ kg/m}^3$$

- ASP (5%) + *polypropylene* (0,5%) dengan FAS 0,35

$$\text{Semen} = 312,5 \times 0,000125 - 0,002$$

$$= 0,037 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 1050 \times 0,000125$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Air} &= 109,38 \times 0,000125 \\
 &= 0,014 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{ASP} &= (312,5 \times 0,000125) \times 5\% \\
 &= 0,002 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Polypropylene} &= (0,037+0,131+0,014+0,002) \times 0,5\% \\
 &= 0,00092 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- ASP (5%) + *polypropylene* (0,7%) dengan FAS 0,35

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 - 0,002 \\
 &= 0,037 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\
 &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Air} &= 109,38 \times 0,000125 \\
 &= 0,014 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{ASP} &= (312,5 \times 0,000125) \times 5\% \\
 &= 0,002 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Polypropylene} &= (0,037+0,131+0,014+0,002) \times 0,7\% \\
 &= 0,001288 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- ASP (5%) + *polypropylene* (0,3%) dengan FAS 0,40

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= 312,5 \times 0,000125 - 0,002 \\
 &= 0,037 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Pasir} &= 1050 \times 0,000125 \\
 &= 0,131 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Air} &= 125 \times 0,000125 \\
 &= 0,016 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{ASP} &= (312,5 \times 0,000125) \times 5\% \\
 &= 0,002 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Polypropylene} &= (0,037+0,131+0,016+0,002) \times 0,3\% \\
 &= 0,000558 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- ASP (5%) + *polypropylene* (0,5%) dengan FAS 0,40
 Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,002$
 $= 0,037 \text{ kg/m}^3$
 Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$
 Air $= 125 \times 0,000125$
 $= 0,016 \text{ kg/m}^3$
 ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 5\%$
 $= 0,002 \text{ kg/m}^3$
Polypropylene $= (0,037+0,131+0,016+0,002) \times 0,5\%$
 $= 0,00093 \text{ kg/m}^3$
- ASP (5%) + *polypropylene* (0,7%) dengan FAS 0,40
 Semen $= 312,5 \times 0,000125 - 0,002$
 $= 0,037 \text{ kg/m}^3$
 Pasir $= 1050 \times 0,000125$
 $= 0,131 \text{ kg/m}^3$
 Air $= 125 \times 0,000125$
 $= 0,016 \text{ kg/m}^3$
 ASP $= (312,5 \times 0,000125) \times 5\%$
 $= 0,002 \text{ kg/m}^3$
Polypropylene $= (0,037+0,131+0,016+0,002) \times 0,7\%$
 $= 0,0013 \text{ kg/m}^3$

Tabel 4.3 : Bahan Campuran untuk kuat tekan kedua

FAS	Material	PP 0,3% (kg/m ³)	PP 0,5% (kg/m ³)	PP 0,7% (kg/m ³)
0,35	Semen	0,037	0,037	0,037
	Pasir	0,131	0,131	0,131
	Air	0,014	0,014	0,014
	ASP	0,002	0,002	0,002
	<i>Polypropylene</i>	0,000552	0,00092	0,001288

Tabel 4.3 : Bahan Campuran untuk kuat tekan kedua (*Lanjutan*)

FAS	Material	PP 0,3% (kg/m ³)	PP 0,5% (kg/m ³)	PP 0,7% (kg/m ³)
0,40	Semen	0,037	0,037	0,037
	Pasir	0,131	0,131	0,131
	Air	0,016	0,016	0,016
	ASP	0,002	0,002	0,002
	<i>Polypropylene</i>	0,000558	0,00093	0,0013

4.3 Pengujian berat jenis mortar (*Density*)

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

Tabel 4.4 : Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP	Code	1	2	3	4=1-2/3
Normal	S1	1,99	1,77	0,000125	1850
	S2	2,004	1,77	0,000125	1900
	S3	1,997	1,77	0,000125	1840
5%	S1	2,007	1,77	0,000125	1920
	S2	2,017	1,77	0,000125	2000
	S3	2,014	1,77	0,000125	1980
7%	S1	2,0017	1,77	0,000125	1880
	S2	2,004	1,77	0,000125	1900
	S3	2,007	1,77	0,000125	1920

Tabel 4.4 : Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35 (*Lanjutan*)

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP	Code	1	2	3	4=1-2/3
10%	S1	2,009	1,77	0,000125	1940
	S2	2,004	1,77	0,000125	1900
	S3	2,014	1,77	0,000125	1880
13%	S1	2,017	1,77	0,000125	2000
	S2	2,017	1,77	0,000125	2000
	S3	2,027	1,77	0,000125	2080

Tabel 4.5 : Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP	Code	1	2	3	4=1-2/3
Normal	S1	2,016667	1,77	0,000125	2000
	S2	2,016667	1,77	0,000125	2000
	S3	2,024167	1,77	0,000125	2060
5%	S1	2,009167	1,77	0,000125	1940
	S2	1,999167	1,77	0,000125	1860
	S3	2,006667	1,77	0,000125	1920
7%	S1	2,036667	1,77	0,000125	2160
	S2	2,031667	1,77	0,000125	2120
	S3	2,036667	1,77	0,000125	2160
10%	S1	2,036667	1,77	0,000125	2160
	S2	2,041667	1,77	0,000125	2200
	S3	2,046667	1,77	0,000125	2240

Tabel 4.5 : Berat jenis benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4 (*Lanjutan*)

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP	Code	1	2	3	4=1-2/3
13%	S1	2,009167	1,77	0,000125	1940
	S2	2,016667	1,77	0,000125	2000
	S3	2,016667	1,77	0,000125	2000

Tabel 4.6 : Berat jenis benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,35

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP 5%	Code	1	2	3	4=1-2/3
PP 0,3%	S1	1,991667	1,77	0,000125	1800
	S2	1,991667	1,77	0,000125	1800
	S3	1,986667	1,77	0,000125	1760
PP 0,5%	S1	1,976667	1,77	0,000125	1680
	S2	1,981667	1,77	0,000125	1720
	S3	1,976667	1,77	0,000125	1680
PP 0,7%	S1	1,984167	1,77	0,000125	1740
	S2	1,994167	1,77	0,000125	1820
	S3	1,994167	1,77	0,000125	1820

Tabel 4.7 : Berat jenis benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4

Variasi		Berat wadah ukur berisi mortar (Kg)	Berat wadah ukur (Kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat jenis (Kg/m ³)
ASP 5%	Code	1	2	3	4=1-2/3
PP 0,3%	S1	1,996667	1,77	0,000125	1840
	S2	2,014167	1,77	0,000125	1980
	S3	2,011667	1,77	0,000125	1960
PP 0,5%	S1	2,006667	1,77	0,000125	1920
	S2	2,016667	1,77	0,000125	2000
	S3	2,006667	1,77	0,000125	1920
PP 0,7%	S1	2,004167	1,77	0,000125	1900
	S2	2,004167	1,77	0,000125	1900
	S3	2,001667	1,77	0,000125	1880

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis mortar yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis mortar dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya, khususnya perbandingan semen, abu sekam padi, dan kandungan Polypropylene (PP) yang digunakan. Nilai berat jenis yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar abu sekam padi sebagai substitusi semen, berat jenis mortar cenderung menurun akibat massa jenis abu sekam padi yang lebih rendah dibanding semen. Sebaliknya, penambahan PP tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap berat jenis, namun berperan dalam memodifikasi distribusi pori dan struktur internal mortar.

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis mortar yang diperoleh masih berada dalam kisaran standar untuk mortar struktural, sehingga dapat digunakan dalam aplikasi konstruksi yang memerlukan kekuatan tekan sesuai spesifikasi. Penurunan berat jenis yang terjadi pada variasi tertentu dapat mengindikasikan berkurangnya kepadatan, yang berpotensi mempengaruhi sifat mekanis lainnya, terutama kekuatan tekan dan daya tahan terhadap beban.

4.4 Penyerapan mortar (*Absorpsi*)

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

Tabel 4.8 : Penyerapan benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,35

Variasi		Berat sampel basah (Kg/m ³)	Berat sampel kering (Kg/m ³)	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (Kg/m ³)	Rata-rata
ASP	code	1	2	(1-2)/2x100%	4
Normal	S1	0,245	0,22	0,113636	0,121427
	S2	0,25	0,225	0,111111	
	S3	0,245	0,215	0,139535	
5%	S1	0,25	0,23	0,086957	0,092224
	S2	0,26	0,24	0,083333	
	S3	0,26	0,235	0,106383	
7%	S1	0,25	0,22	0,136364	0,142929
	S2	0,255	0,22	0,159091	
	S3	0,255	0,225	0,133333	
10%	S1	0,26	0,225	0,155556	0,139614
	S2	0,25	0,225	0,111111	
	S3	0,265	0,23	0,152174	
13%	S1	0,265	0,235	0,12766	0,125923
	S2	0,265	0,235	0,12766	
	S3	0,275	0,245	0,122449	

Tabel 4.9 : Penyerapan benda uji kuat tekan pertama, FAS 0,4

Variasi		Berat sampel basah (Kg/m ³)	Berat sampel kering (Kg/m ³)	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (Kg/m ³)	Rata-rata
ASP	code	1	2	(1-2)/2x100%	4
Normal	S1	0,255	0,245	0,040816	0,10559
	S2	0,27	0,23	0,173913	
	S3	0,27	0,245	0,102041	
5%	S1	0,255	0,23	0,108696	0,118555
	S2	0,245	0,22	0,113636	
	S3	0,255	0,225	0,133333	
7%	S1	0,285	0,255	0,117647	0,118431
	S2	0,28	0,25	0,12	
	S3	0,285	0,255	0,117647	
10%	S1	0,285	0,255	0,117647	0,115413
	S2	0,29	0,26	0,115385	
	S3	0,295	0,265	0,113208	
13%	S1	0,255	0,23	0,108696	0,121338
	S2	0,265	0,235	0,12766	
	S3	0,265	0,235	0,12766	

Tabel 4.10 : Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,35

Variasi		Berat sampel basah (Kg/m ³)	Berat sampel kering (Kg/m ³)	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (Kg/m ³)	Rata-rata
ASP 5%	code	1	2	(1-2)/2x100%	4
PP 0,3%	S1	0,23	0,22	0,045455	0,045807
	S2	0,23	0,22	0,045455	
	S3	0,225	0,215	0,046512	
PP 0,5%	S1	0,215	0,205	0,04878	0,048393
	S2	0,22	0,21	0,047619	
	S3	0,215	0,205	0,04878	
PP 0,7%	S1	0,24	0,195	0,230769	0,205649
	S2	0,25	0,205	0,219512	
	S3	0,245	0,21	0,166667	

Tabel 4.11 : Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4

Variasi		Berat sampel basah (Kg/m ³)	Berat sampel kering (Kg/m ³)	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (Kg/m ³)	Rata-rata
ASP 5%	code	1	2	(1-2)/2x100%	4
PP 0,3%	S1	0,245	0,215	0,139535	0,132543
	S2	0,265	0,235	0,12766	
	S3	0,26	0,23	0,130435	
PP 0,5%	S1	0,255	0,225	0,133333	0,131442
	S2	0,265	0,235	0,12766	
	S3	0,255	0,225	0,133333	

Tabel 4.11 : Penyerapan benda uji kuat tekan kedua, FAS 0,4 (*lanjutan*)

Variasi		Berat sampel basah (Kg/m ³)	Berat sampel kering (Kg/m ³)	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (Kg/m ³)	Rata-rata
ASP 5%	Code	1	2	(1-2)/2x100%	4
PP 0,7%	S1	0,255	0,22	0,159091	0,151515
	S2	0,255	0,22	0,159091	
	S3	0,25	0,22	0,136364	

Menurut SNI 6882:2014 tentang spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan, standar restensi air mortar adalah minimal 75%. Restensi air mengindikasikan kemampuan mortar dalam mempertahankan air setelah pencampuran, yang berpengaruh pada kekuatan dan daya rekatnya. Namun, standar ini tidak secara spesifik menetapkan presentase penyerapan air mortar.

Pernyerapan air mortar dapat bervariasi tergantung pada komposisi campuran dan bahan yang digunakan, meskipun SNI 6883:2014 tidak menetapkan persentase penyerapan air secara spesifik, nilai penyerapan air mortar umumnya berada dibawah 20%.

4.5 Kuat Tekan (*Compressive strength*)

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan metode sesuai dengan SNI 03-1974-1990 pada saat mortar berumur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (*compressive strength test*). Benda uji yang digunakan pada tes kuat tekan adalah berupa kubus dengan diameter 5cm x 5cm x 5cm. Data yang dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut ini :

$$f_c (\sigma) = \frac{P_{maks}}{A} \quad (4.1)$$

Dimana:

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

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

1. Kuat tekan variasi (Abu sekam padi)

• Normal FAS 0,35

$$f_c = \frac{1,65 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{16180,65}{2500}$$

$$f_c = 6,47 \text{ Mpa}$$

• ASP 5% FAS 0,35

$$f_c = \frac{1,75 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{17161,64}{2500}$$

$$f_c = 6,86 \text{ Mpa}$$

• ASP 7% FAS 0,35

$$f_c = \frac{1,5 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{14709,98}{2500}$$

$$f_c = 5,88 \text{ Mpa}$$

• ASP 10% FAS 0,35

$$f_c = \frac{1,1 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{10787,32}{2500}$$

$$f_c = 4,31 \text{ Mpa}$$

• ASP 13% FAS 0,35

$$f_c = \frac{0,75 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{7354,99}{2500}$$

$$f_c = 2,94 \text{ Mpa}$$

• Normal FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,75 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{17161,64}{2500}$$

$$f_c = 6,86 \text{ Mpa}$$

- ASP 5% FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,8 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{17651,97}{2500}$$

$$f_c = 7,06 \text{ Mpa}$$

- ASP 7% FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,65 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{16180,65}{2500}$$

$$f_c = 6,47 \text{ Mpa}$$

- ASP 10% FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,3 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{12748,65}{2500}$$

$$f_c = 5,09 \text{ Mpa}$$

- ASP 13% FAS 0,35

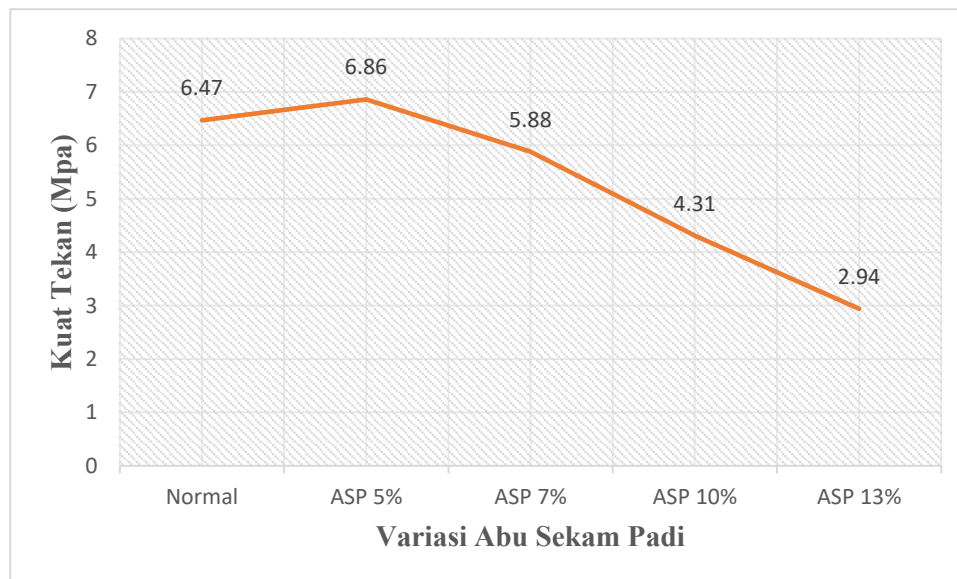
$$f_c = \frac{1 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{9806,65}{2500}$$

$$f_c = 3,92 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.12 : Kuat tekan variasi (Abu sekam padi)

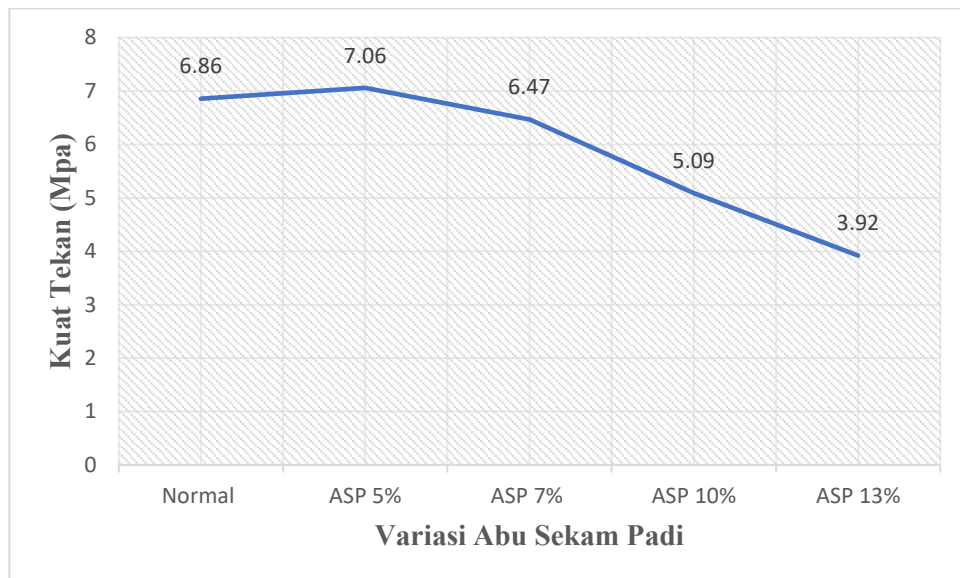
FAS	Variasi	Umur (Hari)	Luas penampang (mm ²)	Kuat tekan (Ton)	Kuat tekan (Mpa)
0,35	Normal	28	2500	1,65	6,47
	ASP 5%	28	2500	1,75	6,86
	ASP 7%	28	2500	1,5	5,88
	ASP 10%	28	2500	1,1	4,31
	ASP 13%	28	2500	0,75	2,94
0,4	Normal	28	2500	1,75	6,86
	ASP 5%	28	2500	1,8	7,06
	ASP 7%	28	2500	1,65	6,47
	ASP 10%	28	2500	1,3	5,09
	ASP 13%	28	2500	1	3,92



Gambar 4.1 : Grafik Kuat Tekan Variasi Abu sekam padi FAS 0,35

Dari Analisa Tabel 4.12 dan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan variasi abu sekam padi Fas 0,35 terbesar berada pada variasi ASP 5% yaitu sebesar 6,86 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi ASP 13% sebesar 2,94 Mpa. Jadi variasi yang digunakan

untuk kuat tekan kedua pada Fas 0,35 adalah ASP 5% karna memiliki nilai kuat tekan tertinggi.



Gambar 4.2 : Grafik Kuat Tekan Variasi Abu sekam padi FAS 0,4

Dari Analisa Tabel 4.12 dan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan variasi abu sekam padi Fas 0,4 terbesar berada pada variasi ASP 5% yaitu sebesar 7,06 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi ASP 13% sebesar 3,92 Mpa. Jadi variasi yang digunakan untuk kuat tekan kedua pada Fas 0,4 adalah ASP 5% karna memiliki nilai kuat tekan tertinggi.

2. Kuat tekan ASP 5%, variasi (*Polypropylene*)

- ASP 5% PP 0,3% FAS 0,35

$$f'_c = \frac{1,7 \times 9806,65}{2500}$$

$$f'_c = \frac{16671,31}{2500}$$

$$f'_c = 6,67 \text{ Mpa}$$

- ASP 5% PP 0,5% FAS 0,35

$$f'_c = \frac{1,25 \times 9806,65}{2500}$$

$$f'_c = \frac{12258,31}{2500}$$

$$f'_c = 4,90 \text{ Mpa}$$

- ASP 5% PP 0,7% FAS 0,35

$$f_c = \frac{1,1 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{10787,32}{2500}$$

$$f_c = 4,31 \text{ Mpa}$$
- ASP 5% PP 0,3% FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,2 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{11767,98}{2500}$$

$$f_c = 4,71 \text{ Mpa}$$
- ASP 5% PP 0,5% FAS 0,4

$$f_c = \frac{1,3 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{12748,65}{2500}$$

$$f_c = 5,09 \text{ Mpa}$$
- ASP 5% PP 0,7% FAS 0,4

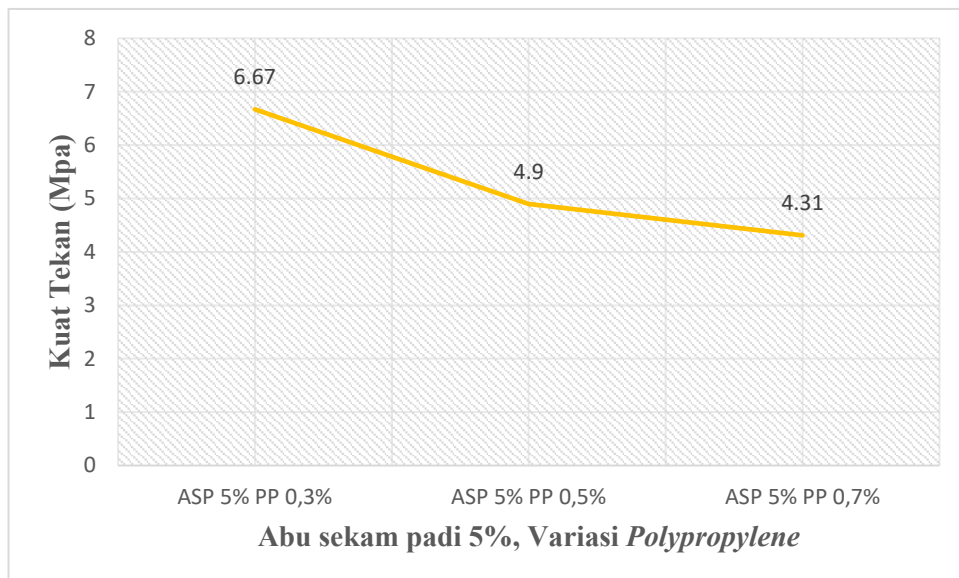
$$f_c = \frac{1,5 \times 9806,65}{2500}$$

$$f_c = \frac{14709,98}{2500}$$

$$f_c = 5,88 \text{ Mpa}$$

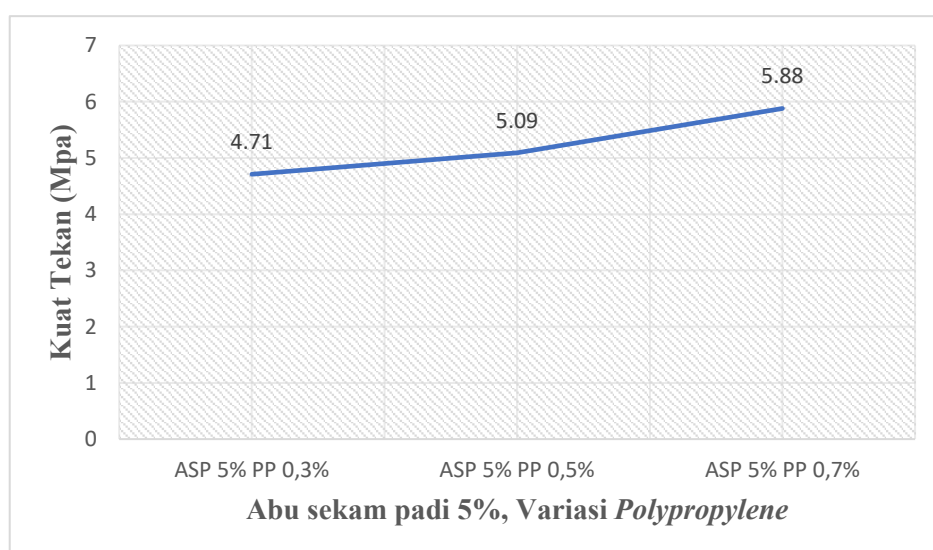
Tabel 4.13 : Kuat tekan ASP 5% Variasi *Polypropylene*

FAS	Variasi	Umur (Hari)	Luas penampang (mm ²)	Kuat tekan (Ton)	Kuat tekan (Mpa)
0,35	ASP 5% PP 0,3%	28	2500	1,7	6,67
	ASP 5% PP 0,5%	28	2500	1,25	4,90
	ASP 5% PP 0,7%	28	2500	1,1	4,31
0,4	ASP 5% PP 0,3%	28	2500	1,2	4,71
	ASP 5% PP 0,5%	28	2500	1,3	5,09
	ASP 5% PP 0,7%	28	2500	1,5	5,88



Gambar 4.3 : Grafik Kuat Tekan ASP 5% Variasi *Polypropylene* FAS 0,35

Dari Analisa Tabel 4.13 dan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan abu sekam padi 5% variasi *Polypropylene* Fas 0,35 terbesar berada pada variasi *Polypropylene* 0,3% yaitu sebesar 6,67 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi *Polypropylene* 0,7% sebesar 4,31 Mpa.



Gambar 4.4 : Grafik Kuat Tekan ASP 5% Variasi *Polypropylene* FAS 0,4

Dari Analisa Tabel 4.13 dan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan abu sekam padi 5% variasi *Polypropylene* Fas 0,4 terbesar berada pada variasi *Polypropylene* 0,7% yaitu sebesar 5,88 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi *Polypropylene* 0,3% sebesar 4,71 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan mortar dengan campuran abu sekam padi (ASP) serta komposisi optimal penggunaan abu sekam padi dan polypropylene (PP) sebagai bahan tambahan. Dari hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, diperoleh hasil yang signifikan terhadap variasi komposisi yang diuji pada dua rasio FAS (Faktor Air Semen), yaitu 0,35 dan 0,4.

1. Mengetahui kekuatan tekan mortar dengan menggunakan abu sekam padi dan polypropylene:
 - a. Pada variasi abu sekam padi tanpa polypropylene:
 - FAS 0,35: Kuat tekan tertinggi sebesar 6,86 MPa dicapai pada ASP 5%, menunjukkan bahwa penambahan abu sekam dalam jumlah kecil masih memperkuat mortar.
 - Penambahan abu sekam lebih dari 5% (yaitu 7%, 10%, dan 13%) menurunkan kekuatan tekan secara drastis, hingga menjadi 2,94 MPa pada ASP 13%.
 - FAS 0,4: Hasil menunjukkan pola yang sama. ASP 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi 7,06 MPa, dan terjadi penurunan bertahap hingga 3,92 MPa pada ASP 13%.
 - b. Pada variasi ASP 5% dengan polypropylene:
 - FAS 0,35:
 - PP 0,3% menghasilkan kuat tekan 6,67 MPa, mendekati hasil ASP 5% tanpa PP (6,86 MPa), menunjukkan kompatibilitas baik.
 - Penambahan PP lebih dari 0,3% malah menurunkan kuat tekan (misal PP 0,7% hanya 4,31 MPa).

- FAS 0,4:
 - PP 0,7% menghasilkan kuat tekan 5,88 MPa, sedikit lebih rendah dari ASP 5% tanpa PP (7,06 MPa), tetapi masih dalam kategori layak.
- 2. Mengetahui komposisi optimal dari pembuatan mortar dengan bahan tambahan abu sekam padi dan polypropylene:
 - a. Komposisi optimal untuk kuat tekan tertinggi:
 - Untuk abu sekam padi tanpa polypropylene:
 - ASP 5% pada FAS 0,4 → Kuat tekan 7,06 MPa → Merupakan komposisi optimal tanpa PP.
 - Untuk abu sekam padi dengan polypropylene:
 - ASP 5% + PP 0,3% pada FAS 0,35 → Kuat tekan 6,67 MPa, cukup stabil dan hanya turun sedikit dari tanpa PP.
 - ASP 5% + PP 0,7% pada FAS 0,4 → Kuat tekan 5,88 MPa, masih cukup tinggi dan menunjukkan kombinasi yang stabil di FAS tinggi.
 - b. Untuk campuran yang lebih ringan dan ramah lingkungan, ASP 5% + PP 0,3% pada FAS 0,35 bisa menjadi pilihan ideal karena menghasilkan kekuatan yang cukup tinggi dan mengurangi kebutuhan semen.

Penggunaan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan mortar jika digunakan dalam jumlah yang tepat, yaitu sekitar 5%. Penambahan polypropylene juga memberikan kontribusi yang baik terhadap kekuatan tekan, tetapi hanya dalam batas komposisi kecil (sekitar 0,3%). Penggunaan berlebihan dari salah satu bahan tambahan cenderung menurunkan kekuatan tekan mortar secara signifikan. Dengan demikian, komposisi optimal dari mortar ramah lingkungan ini adalah ASP 5% + PP 0,3%, terutama untuk penggunaan pada struktur non-struktural atau sekunder yang tetap memerlukan mutu tekanan cukup baik.

5.2 Saran

Dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain:

1. Perlunya dilakukan pengujian pada umur rencana 7 hari, 14 hari, dan 21 hari guna mengetahui nilai kuat tekan yang berkembang dan pengaruhnya terhadap reaksi penambahan abu sekam padi dan penambahan *polypropylene*.

2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi rentang nilai FAS yang lebih variatif dan bertahap, seperti 0,30; 0,32; 0,35; 0,38; 0,40; 0,42; dan 0,45, guna menemukan batas optimal di mana mortar memiliki kepadatan dan kekuatan tekan tertinggi tanpa menjadi terlalu kaku atau rapuh. Hal ini penting mengingat hasil sebelumnya menunjukkan bahwa FAS yang terlalu rendah (misalnya 0,35) mengurangi kemampuan pengikatan dan workability campuran.
3. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literature tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik modifikasi mortar yang lebih baik dari pada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2002). *ASTM C78-02 : Standard test method for flexural strength of concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 : Tata cara pembuatan dan penggunaan beton*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6825-2002: Metode pengujian kuat tekan mortar hidrolis*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). *SNI 6882 -2014 : Spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2022). *SNI 2049-2022 : Semen portland komposit*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990: Metode pengujian kuat tekan beton*. Jakarta: BSN.
- Kartini, K. (2019). *Teknologi beton*. Jakarta: Erlangga.
- Agus, I. (2019). Penggunaan serat nylon pada beton ditinjau terhadap nilai kuat tekan dan tarik belah beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 8(1), 11-21. <https://doi.org/10.55340/jmi.v8i1.629>
- Ali, M.S., & Walujodjati, E. (2022). Pengujian kuat tekan mortar dengan campuran pasir ladot. *Jurnal Kontruksi*. 19(1). 313-324. <https://doi.org/10.33364/kontruksi/v.19-1.988>
- Anwar, P. N., Cahyono, L., & Pratiwi, D. (2023). Studi kuat lentur pemanfaatan fly ash sebagai substitusi semen dalam pembuatan papan semen rata dengan penguat serat polypropylene dari limbah karung plastik. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 6(2623), 28-33.
- Arumningsih, D., Priyanto, K. J., & Gunarso. (2023). Inovasi beton ringan dan ekonomis menggunakan abu sekam padi, serbuk bata ringan, abu batu. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 28(2), 54-60. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v28i2.2587>
- Aziz, M., et al. (2025). Beton daur ulang dengan abu sekam padi dan polypropylene. *Jurnal Konstruksi Berkelanjutan*, 14(1), 22–31.
- Aziz, W., Sohaib, M., Khawar, M., Akbar, M. A., Zahra, A., & Faisal, H. M. (2025). Effect of synergistic incorporation of fiber reinforced polymers and rice husk ash on behavior of recycled concrete. *Southern Journal of Engineering & Technology*, 3(1), 1-12
- Binti Sayono, Y. D. S., Utanaka, A., Pranowo, D. D., Rifqi, M. G., & Amin, M. S. (2023). Pengaruh penggunaan silica fume terhadap kuat tekan dan resapan air mortar pracetak fero semen. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan* ,

5(2), 175-185. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.299>

- Bouzoubaâ, N., & Fournier, B. (2001). Concrete incorporating rice-husk ash: Compressive strength and chloride-ion penetrability. *Material Technology Laboratory Report (MTL 2001-5 TR)*, Natural Resources Canada, Ottawa.
- Candra, A. I., Gardjito, E., Cahyo, Y., & Prasetyo, G. A. (2019). Pemanfaatan limbah puntung rokok filter sebagai bahan campuran beton ringan berpori. *UKaRsT*, 3(1), 82. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.365>
- Chasanah, U., Kiswati, S., & Soehartono. (2022). Pengujian kuat lentur dan kuat tekan semen mortar material konstruksi (pengujian pada laboratorium PT. Nusantara Building Industries). *Merdeka Indonesia Jurnal International (MIJI)*, 2(2), 23-28.
- Febrianto, B. M. (2014). Penelitian kuat tekan dan berat jenis mortar untuk dinding panel dengan membandingkan penggunaan pasir Bangka dan pasir Baturaja dengan tambahan foaming agent dan silica fume. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2), 287-296.
- Gartner, E. (2004). Industrially interesting approaches to “low-CO₂” cements. *Cement and Concrete Research*, 34(9), 1489-1498. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.01.021>
- Iqbal, M., Idroes, I., & Hady, M. (2022). Kuat tekan beton normal menggunakan butiran agregat lokal. *Jurnal Sipil Aceh*, 14(1), 23–30
- Kartini, W. (2019). Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kuat tarik belah beton. *Rekayasa Perencanaan*, 4(1), 1–13. <http://eprints.upnjatim.ac.id/1306/>
- Khan, A., et al. (2022). Effect of rice husk ash on engineered cementitious composites (ECC) based on fly ash. *Construction and Building Materials*, 323, 126531.
- Khan, M. H., Zhu, H., Sikandar, M. A., Zamin, B., Ahmad, M., & Sabri, M. M. S. (2019). Effects of various mineral admixtures and fibrillated polypropylene fibers on the properties of engineered cementitious composite (ECC) based mortars. *Applied Sciences*, 9(7), 1473. <https://doi.org/10.3390/app9071473>
- Koidah, N., & Setiawan, A. (2022). Analisis penggunaan pasir pantai Paciran sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton. *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 2(1), 8–17. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i1.3352>.
- Maksum, H. A., et al. (2024). Penambahan serat polypropylene terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah campuran beton geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 12(1), 35-44.
- Mohseni, E., Khotbehsara, M. M., Naseri, F., Monazami, M., & Sarker, P. (2016). Polypropylene fiber reinforced cement mortars containing rice husk ash and nano-alumina. *Construction and Building Materials*, 111, 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.119>

- Mohseni, E., et al. (2016). The effect of rice husk ash, nano-silica, and polypropylene on mechanical properties of mortar. *Construction and Building Materials*, 123, 452–461
- Pascasari, A., Wahyuni, A. S., Islam, M., Gunawan, A., & Afrizal, Y. (2021). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan mortar. *Jurnal Inersia*, 13(2), 84–88. <https://doi.org/10.33369/ijts.13.2.84.88>
- Prahara, E., Liong, G. T., & Rachmansyah, R. (2015). Analisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 6(2), 208. <https://doi.org/10.21512/comtech.v6i2.2265>
- Prasetyo, R. D., Pranowo, D. D., Utanaka, A., Amin, M. S., & Wari, W. N. (2024). Pengaruh substitusi pasir menggunakan besi dan zat aditif besmitel 0,5% terhadap kuat tekan mutu tinggi dan resapan air mortar pracetak fero semen. *J-RITEKS*, 3(1), 36-42.
- Prayuda, H., & Pujiyanto, A. (2018). Analisis kuat tekan beton mutu tinggi dengan bahan tambah superplastisizer dan limbah las karbit. *Rekayasa Sipil*, 12(1), 32–38. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil/2018.012.01.5>
- Qomaruddin, M., Saputro, Y. A., & Rachmat, P. T. (2018). Studi industri PLTU Tanjung Jati B Jepara terhadap limbah fly ash. *Seminar Nasional Teknik Sipil*, 35–40
- Rahmat, & Adnan, A. (2022). Penggunaan abu sekam padi terhadap kuat lentur beton ferrocement. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), 38–44. <https://doi.org/10.31850/karajata.v2i1.1601>
- Raihan, R. P., et al. (2024). Efektivitas penambahan serat polypropylene terhadap kuat lentur beton geopolimer dengan superplasticizer. *Jurnal Beton dan Material*, 6(1), 77–86.
- Sultan, M. A., Ali, I. W., Gaus, A., & Sultan, T. A. A. (2024). Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kuat lentur beton pada perkerasan kaku. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.31602/jk.v7i1.12258>
- Suma, D. N. (2023). Pengaruh komposisi penambahan serat polypropylene

terhadap kuat lentur pelat ferrocement dengan self-compacting mortar.
Ilmiah Go Infotech, 55(November), 1-55.

LAMPIRAN



Gambar L.1 Pengujian Berat isi Agregat Halus



Gambar L.2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus



Gambar L.3 Pengujian Kadar Air Agregat halus



Gambar L.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus



Gambar L.5 Pembuatan Benda Uji Mortar



Gambar L.6 Perendaman Mortar Selama 28 hari



Gambar L.7 Pengujian Kuat Tekan Mortar



Gambar L.8 Pengujian Kuat Tekan Mortar

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap	: Bayu Tri Prasetya
Tempat, Tanggal Lahir	: Lampahan, 17 Agustus 2002
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Alamat	: Lampahan, Kec. Timang Gajah, Kab. Bener Meriah
Nomor Hp	: +62 822-4619-3239
Nama Ayah	: Edi Suyanto
Nama Ibu	: Lismalinda
Email	: bayutriprasetya17@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM	: 2107210004
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	: SD Negeri 2 Timang Gajah	2008-2014
Sekolah Menengah Pertama	: SMP Negeri 2 Timang Gajah	2014-2017
Sekolah Menengah Atas	: SMA Negeri 2 Timang Gajah	2017-2020