

TUGAS AKHIR

**INVESTIGASI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN
TAMBAHAN CAMPURAN ABU AMPAS TEBU DAN SERBUK
CANGKANG TIRAM DENGAN VARIASI FAKTOR AIR
SEMEN**

(Studi Penelitian)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

PUTRI DEWI NIRWANA

2107210105



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2025

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN

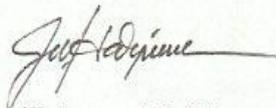
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Dewi Nirwana
NPM : 2107210105
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Investigasi Kuat Tekan Mortar Dengan Tambahan
Campuran Abu Ampas Tebu Dan Serbuk Cangkang Tiram
Dengan Variasi Faktor Air Semen
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 11 Agustus 2025
Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing:



Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Dewi Nirwana
NPM : 2107210105
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Investigasi Kuat Tekan Mortar Dengan Tambahan
Campuran Abu Ampas Tebu Dan Serbuk Cangkang Tiram
Dengan Variasi Faktor Air Semen
Bidang Ilmu : Struktur

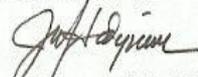
Telah berhasil ditampilkan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Agustus 2025

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing:



Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I



Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc

Dosen Pembanding II



Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Dewi Nirwana
Tempat, Tanggal Lahir : Dumai, 17 Desember 2002
NPM : 2107210105
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: Investigasi Kuat Tekan Mortar Dengan Tambahan Campuran Abu Ampas Tebu Dan Serbuk Cangkang Tiram Dengan Variasi Faktor Air Semen (Studi Penelitian).

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan 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, 30 Juli 2025

Saya yang menyatakan dibawah ini



Putri Dewi Nirwana

ABSTRAK

INVESTIGASI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN TAMBAHAN CAMPURAN ABU AMPAS TEBU DAN SERBUK CANGKANG TIRAM DENGAN VARIASI FAKTOR AIR SEMEN

Putri Dewi Nirwana
2107210105

Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

Perkembangan pembangunan yang sangat maju dan pesat membuat kebutuhan material dalam dunia industri semakin meningkat dengan tingginya kebutuhan biaya produksi. Penggunaan bahan-bahan limbah yang bisa kita dapatkan disekitar lingkungan untuk inovasi campuran mortar. Pada penelitian ini digunakan Abu Ampas Tebu (AAT) dan Serbuk Cangkang Tiram (SCT) sebagai pengganti sebagian berat semen dalam campuran mortar. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh dari gabungan komposisi rasio dari abu ampas tebu optimal dan serbuk cangkang tiram pada variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4 dan 0,5 dibandingkan mortar normal (MN) terhadap kuat tekan mortar. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan volume 5cmx5cmx5cm dengan jumlah benda uji setiap variasi adalah 42 benda uji. Kuat tekan rata-rata mortar FAS 0,4 MN 7,85 MPa, MAAT 7% 6,41MPa, MAAT 9% 6,14 MPa, MAAT 11% 10,07 MPa, MAAT 11%+5% 3,92 MPa, MAAT 11%+10% 3,27 MPa, MAAT 11% + 15% 2,94 MPa, dan Fas 0,5 MN 19,88 MPa, MAAT 7% 8,11 MPa, MAAT 9% 6,54 MPa, MAAT 11% 5,23 MPa, MAAT 7%+5% 6,54 MPa, MAAT 7%+10% 3,27 MPa, MAAT 7% + 15% 2,94 MPa.

Kata Kunci: Abu Ampas Tebu, Serbuk Cangkang Tiram, Kuat Tekan Mortar.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR WITH ADDED BAGASSE ASH AND OYSTER SHELL POWDER WITH VARYING CEMENT WATER FACTOR

Putri Dewi Nirwana
2107210105

Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

The development of very advanced and rapid development makes the need for materials in the industrial world increase with the high need for production costs. The use of waste materials that we can get around the environment for mortar mix innovation. In this research, sugarcane bagasse ash and oyster shell powder were used as a substitute for part of the cement weight in the mortar mixture. The objective was to determine the effect of the combined composition ratio of optimal bagasse ash and oyster shell powder at variations of cement water factor (FAS) 0.4 and 0.5 compared to normal mortar (MN) on the compressive strength of mortar. The specimens used were cubes with a volume of 5cmx5cmx5cm with a total of 42 specimens for each variation. The average compressive strength of mortar FAS 0.4 MN 7.85 MPa, MAAT 7% 6.41MPa, MAAT 9% 6.14 MPa, MAAT 11% 10.07 MPa, MAAT 11%+5% 3.92 MPa, MAAT 11%+10% 3.27 MPa, MAAT 11%+15% 2, 94 MPa, and Fas 0.5 MN 19.88 MPa, MAAT 7% 8.11 MPa, MAAT 9% 6.54 MPa, MAAT 11% 5.23 MPa, MAAT 7%+5% 6.54 MPa, MAAT 7%+10% 3.27 MPa, MAAT 7%+15% 2.94 MPa.

Keywords: Bagasse Ash, Oyster Shell Powder, Mortar Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Investigasi Kuat Tekan Mortar Dengan Tambahan Campuran Abu Ampas Tebu Dan Serbuk Cangkang Tiram Dengan Variasi Faktor Air Semen".

Tugas Akhir ini merupakan bagian dari silabus untuk mata kuliah yang wajib diambil oleh mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, serta merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam proses penulisan laporan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis dengan tulus hati ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc selaku selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc selaku pembanding I dan Ibu Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc selaku pembanding II yang telah memberikan kritik dan saran yang mendukung selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Kepada Alm. Ayah dan Ibu tercinta, Hamzah Lubis dan Hotmawaty, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis. Terimakasih atas doa, cinta dan kepercayaan yang diberikan. Beliau yaitu Ibu penulis memperjuangkan penulis sendirian, tak kenal lelah mengusahakan, mendoakan serta memberikan dukungan hingga penulis mampu merasakan bangku perkuliahan. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan di dunia dan akhirat dan semoga Alm. Ayah ikut bangga dan Ibu selalu sehat serta panjang umur dan bahagia, karena telah menjadi figur orangtua terbaik bagi penulis.
8. Kepada keluarga besar yaitu Abang Ardi, Abang Mail, Abang Doni, Kakak Siti, Kakak Asri, Tulang, Nantulang dan Adik Sylfa yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.
9. Kepada Sahabat terdekat, yaitu Atun, Gina, Jihan, Azka, Linda, Hani, Rama, Selfi dan juga seluruh teman-teman kelas C.1 Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis memahami bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya masukan dan kritik yang positif untuk meningkatkan kualitas penulisan tugas akhir ini. Sebagai penutup, penulis menyampaikan terima kasih dan berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua.

Medan, 13 Januari 2025

Penulis



Putri Dewi Nirwana

DAFTAR ISI

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Mortar	6
2.1.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar	7
2.2 Material Pembentuk Campuran Mortar	8
2.2.1 Semen	8
2.2.2 Air	10
2.2.3 Agregat Halus	10
2.2.4 Faktor Air Semen	12
2.3 Abu Ampas Tebu (AAT)	13
2.4 Serbuk Cangkang Tiram (SCT)	15
2.5 Perencanaan Pembuatan Campuran Mortar Menurut SNI 03-6825-2002	16

2.5.1 Mix Design perbandingan campuran mortar 1 : 3	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Bagan Alir Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3 Bahan dan Peralatan	21
3.3.1 Bahan	21
3.3.2 Peralatan	21
3.4 Pengambilan Data	22
3.5 Persiapan Penelitian	23
3.6 Pemeriksaan Agregat Halus	23
3.6.1 Kadar Air	24
3.6.2 Kadar Lumpur	24
3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapannya	25
3.6.4 Berat Isi	27
3.7 Pengujian AAT Dan SCT	28
3.7.1 Pengujian AAT	28
3.7.2 Pengujian SCT	29
3.8 Perencanaan Campuran Mortar	29
3.9 Pelaksanaan Penelitian	29
3.9.1 Trial Mix	29
3.9.2 Tahapan Pengujian	29
3.9.3 Perawatan Mortar	32
3.9.4 Pengujian Kuat Tekan	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Umum	34
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	34
4.2.1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	34
4.2.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.2.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	35
4.2.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	36
4.2.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	36
4.2.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan AAT	37

4.2.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan SCT	38
4.3 Perencanaan Mix Design Mortar	38
4.3.1 Mix Design	38
4.3.2 Kebutuhan Bahan	39
4.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata- Rata Mortar	41
4.3.4 Hasil Perbandingan Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Mortar FAS 0.4 dan FAS 0.5	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
DOKUMENTASI	55
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Koefisien perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur	8
Tabel 2.2: Batas Gradasi Agregat Halus (SNI-03-2834-1993).	11
Tabel 2.2: Hasil pengujian AAT sebelum pembakaran	14
Tabel 2.3 : Merupakan hasil pengujian AAT sesudah pembakaran	14
Tabel 3.1 : Variasi campuran sampel mortar	32
Tabel 4.1: Pengujian Kadar Air Agregat Halus	34
Tabel 4.2: Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	35
Tabel 4.3: Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	35
Tabel 4.4 Lanjutan	36
Tabel 4.5 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	36
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 45	37
Tabel 4.7: Pengujian Berat Jenis AAT	38
Tabel 4.8: Data-data hasil tes dasar	39
Tabel 4.9: Data kebutuhan Mix Design	39
Tabel 4.10: Kebutuhan bahan penyusun mortar untuk setiap variasi benda uji	40
Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan mortar rata-rata FAS 0.4	41
Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan mortar rata-rata FAS 0.5	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1: Bagan Metodologi Penelitian	20
Gambar 3.2: Lanjutan	21
Gambar 3.3 : Benda Uji Kubus Mortar	30
Gambar 3.4 Konfigurasi tumbukan alat pemadat benda uji	31
Gambar 4.1 Gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	37
Gambar 4.2: Grafik pengujian kuat tekan rata-rata mortar FAS 0.4	41
Gambar 4.3: Grafik pengujian kuat tekan rata-rata mortar FAS 0.5	43
Gambar 4.4: Hasil perbandingan pengujian kuat tekan rata-rata mortar. AAT pada FAS	44
Gambar 4.5: Hasil perbandingan pengujian kuat tekan rata-rata mortar AAT + SCT pada FAS	45

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat Tekan	(MPa)
δm	= Kekuatan tekan mortar	(MPa)
P_{maks}	= Gaya tekan maksimum	(N)
A	= Luas penampang benda uji	(mm ²)
γ_m	= Berat isi mortar	(kg/ml)
B_m	= Berat benda uji	(kg)
S_d	= Berat Jenis Curah kondisi kering	(gram)
S_s	= Berat Jenis Curah kondisi kering SSD.	(gram)
A	= Berat benda uji kering oven	(gram)
B	= Berat piknometer yang berisi air	(gram)
S	= Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan/SSD.	(gram)
L	= Persentase lumpur dalam agregat	(%)
A	= Berat agregat sebelum dicuci	(kg)
C	= Berat agregat setelah dicuci dan kering oven	(kg)
W	= Kerapatan air: 998	(kg/m ³)
W_1	= Massa benda uji	(gr)
W_2	= Massa benda uji kering oven	(gr)
W_3	= Berat contoh kering wadah	(kg)
W_6	= Berat kotoran lolos saringan N0.200	(kg/m ³)
V	= Volume wadah	(cm ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi sangat pesat seiring dengan perkembangan zaman termasuk dalam dunia konstruksi. Teknologi di bidang konstruksi bangunan mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya kebutuhan biaya produksi pembangunan infrastruktur begitu juga dengan kebutuhan mortar yang akan datang.

Sebagai konstruksi, mortar direncanakan untuk menahan gaya tekan (sebagai pengikat batu bata pada dinding maupun pondasi). Untuk itu perlu diketahui besar kuat tekan yang dapat ditahan oleh mortar baik pada saat proses pembangunan maupun setelah konstruksi direncanakan dapat menahan seluruh beban. Menurut SNI 03-6825-2002 mortar di definisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu.

Di Indonesia terdapat beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Pada saat ini, salah satu jenis semen yang mudah diperoleh di pasaran yaitu semen dengan jenis *Portland Composite Cement* (PCC). Menurut SNI 7394:2008 *Portland composite cement* merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit.

Perkembangan pembangunan yang sangat maju dan pesat membuat kebutuhan material dalam dunia industri semakin meningkat, terutama di pembuatan mortar. Penggunaan bahan-bahan limbah yang bisa kita dapatkan disekitar lingkungan untuk inovasi campuran mortar adalah abu ampas tebu dan abu cangkang tiram.

Pemilihan Abu Ampas Tebu (AAT) sebagai bahan pembuatan mortar karena pengadaanya cukup mudah dan murah sehingga bila ditinjau dari segi ekonomis akan lebih menguntungkan. AAT merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 550° - 600° C dan lama pembakaran 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler. AAT berupa butiran kecil yang memiliki kandungan SiO_2 yang cukup tinggi yaitu 71% sehingga memiliki sifat pozzolan yang apabila ditambahkan ke dalam campuran mortar akan menambah daya ikat antar partikelnya dan akan berfungsi sebagai filler (pengisi) yang berperan dalam memperkecil nilai porositas. Kandungan silica tersebut dapat dimanfaatkan untuk bahan pengganti semen untuk pembuatan mortar (Pranowo dkk., 2023).

Cangkang tiram merupakan bahan limbah yang dapat mencemarkan lingkungan disebabkan limbah cangkang tiram yang tersebar diperikanan masih rendah pemanfaatannya dan dapat mengganggu keindahan alam sekitarnya serta menyebabkan penurunan kualitas udara yang bersih. Jika dilihat dari susunan mineralnya, cangkang tiram memiliki kalsium yang tinggi sebagai penyusun utama terhadap tubuhnya yang keras. Kelebihan cangkang tiram di bidang perikanan yaitu memiliki jumlah kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi. Sehingga dengan kandungan kalsium yang sangat tinggi, maka limbah cangkang tiram sangat tepat untuk digunakan sebagai bahan pengganti sebahagian semen dalam beton (Bunyamin dkk., 2023), dan dalam pembuatan mortar dengan menggunakan Serbuk Cangkang Tiram (SCT).

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dibandingkan dengan berat semen. Faktor air semen merupakan salah satu faktor penting didalam pembuatan beton atau mortar. Jika suatu beton atau mortar memiliki fas tinggi, maka akan menghasilkan campuran beton yang encer, efeknya adalah kekuatan dapat berkurang karena artinya volume semen sebagai bahan pengikat kurang. Hal yang sebaliknya, jika campuran beton memiliki fas yang tinggi maka campuran beton atau mortar tidak dapat teraduk sempurna. Oleh karena itu fas menjadi krusial dalam pembuatan campuran dan harus dicari kadar fas

optimumnya dalam setiap melakukan pencampuran beton atau mortar dan nilai fas yang biasa digunakan adalah antara lain 0,4 – 0,65 (Muhammad, 2020).

Kuat tekan mortar sangat penting terhadap kualitas mortar tersebut sehingga perlu melakukan penelitian untuk mencari komposisi campuran mortar yang ramah lingkungan dan murah, yaitu tentang “Investigasi kuat tekan mortar dengan tambahan campuran Abu Ampas Tebu dan Serbuk Cangkang Tiram dengan variasi faktor air semen”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi rasio bahan tambah campuran semen dengan AAT 7%, 9%, dan 11% pada variasi FAS 0,4 dan 0,5 terhadap kuat tekan mortar umur 28 hari.
2. Bagaimana pengaruh dari gabungan komposisi rasio bahan tambah campuran pasir dengan AAT optimal dan SCT 5%, 10%, dan 15% pada variasi FAS 0,4 dan 0,5 dibandingkan mortar normal terhadap kuat tekan mortar.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini permasalahan ini dibatasi pada:

1. Metode untuk perencanaan campuran adukan mortar menggunakan metode Standar Nasional Indonesia SNI 03-6825-2002.
2. Jenis mortar yang akan di teliti dalam tambahan AAT dan SCT yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mutu mortar normal.
3. Persentase AAT yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 7%, 9%, dan 11% dari bahan tambah campuran semen pada umur 28 hari.
4. Persentase penambahan SCT 5%, 10%, dan 15% dari bahan tambah campuran semen pada pada umur 28 hari.
5. FAS 0,4, dan 0,5.
6. Semen yang digunakan adalah semen jenis PCC (*Portland Composite Cement*) menurut SNI 7394:2008 dan SNI 15-2049-2004.

7. Melakukan investigasi kekuatan tekan mortar dari mortar normal dan mortar dengan bahan gabungan komposisi rasio tambah AAT dan SCT.
8. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental, untuk bahan yaitu semen, air, dan pasir dengan perbandingan 1pc:3psr.
9. Penelitian ini menggunakan cetakan kubus ukuran 5x5x5 cm dengan sebanyak 42 sampel benda uji.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui komposisi rasio bahan tambahan campuran semen dengan AAT 7%, 9% dan 11% pada variasi FAS 0,4 dan 0,5 terhadap kuat tekan mortar umur 28 hari.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari gabungan komposisi rasio dari AAT optimal dan SCT 5%, 10%, dan 15% pada variasi FAS 0,4 dan 0,5 dibandingkan mortar normal terhadap kuat tekan mortar.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan mortar normal dengan mortar yang di tambah AAT dan SCT dengan persentase yang telah ditentukan pada variasi FAS, sehingga mendapatkan campuran mortar yang kuat dengan bahan baku yang lebih ekonomis.

Apabila penggunaan bahan baku AAT dan SCT ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya, agar lebih mudah memahami isinya. Sistematika penulisan ini memuat hal sebagai berikut:

BAB. 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB. 2 TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bab yang menguraikan uraian beberapa teori yang diambil dari beberapa literature yang relevan dari berbagai sumber bacaan. Yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini.

BAB. 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan lebih lanjut lebih lanjut tentang metode yang dipakai dalam penelitian. Termasuk di dalamnya pengambilan data, langkah penelitian, analisa data, pengolahan data, dan bahan uji.

BAB 4. ANALISA DATA

Berisikan pembahasan mengenai data data yang didapat dari pengujian, kemudian di analisis, sehingga diperoleh hasil perhitungan dan kesimpulan hasil mendasar.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan yang telah diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya dan saran mengenai hasil penelitian yang dapat dijadikan masukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002, mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen Portland) dan air dengan komposisi tertentu. Mortar adalah adukan yang terdiri dari agregat halus (batu apung), bahan perekat (abu sekam padi, semen portland) dan air. Fungsi mortar adalah sebagai matrik pengikat bagian penyusun suatu konstruksi baik yang bersifat struktural maupun non-struktural. Penggunaan mortar untuk konstruksi yang bersifat struktural misalnya mortar pasangan batu belah untuk struktur pondasi, sedangkan yang bersifat nonstruktural misalnya mortar pasangan batu bata untuk dinding pengisi (Lomboan dkk., 2016).

Dalam SNI 03-6882-2002, mortar diklasifikasikan menjadi 4 tipe berdasarkan proporsi bahan (*proportion specifications*) dan sifat mortar (*propety specifications*), yaitu : M, S, N, dan O, yang masing-masing tipe terdiri atas agregat halus pasir, air, dan semen.

Persyaratan spesifikasi sifat mortar yang disiapkan di laboratorium harus terdiri dari suatu bahan pengikat bersifat semen, agregat dan air seluruhnya harus memenuhi persyaratan bahan. Standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut:

- Mortar tipe M

Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi, kuat tekan minimumnya 175 kg/cm².

- Mortar tipe N

Mortar tipe N adalah adukan kuat tekan sedang, kuat, kuat tekan minimumnya adalah 124 kg/ cm².

- Moortar tipe S

Mortar tipe s adalah adukan dengan kuat tekan sedang, kuat tekan minimumnya adalah 52,5 kg/ cm².

- Mortar tipe O

Mortar tipe O adalah adukan dengan kuat tekan rendah, kuat tekan minimumnya adalah 24,5kg/ cm².

- Mortar tipe K

Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah, kuat tekan minimumnya adalah 5,25kg/ cm².

2.1.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan adalah kemampuan dari mortar untuk memikul atau menahan beban maupun gaya-gaya mekanis sampai terjadi kegagalan. Nilai kuat tekan mortar didapatkan melalui tata cara pengujian standart, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai retak atau hancur. Modulus elastisitas mortar adalah perbandingan antar kuat tekan mortar dengan regangan . Biasanya ditentukan pada 25 % - 30 %;. **Keleccakan (workability)** adalah sifat-sifat adukan mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pemadatan, dan finishing. Dengan kata lain keleccakan adalah besarnya kemudahan kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh (Pajriyah dan Sulaeman, 2021).

Mortar mutu tinggi adalah mortar yang mempunyai karakteristik sebagai material yang sangat padat dengan kuat tekan bisa mencapai 150 Mpa. Jadi untuk membuat beton mutu tinggi harus mempelajari mortar mutu tinggi karena mortar merupakan komponen dari beton. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan mortar adalah dengan cara meningkatkan kepadatan dengan mencari susunan gradasi ukuran butiran yang dapat mengisi ruang kosong dengan penambahan agregat ringan (Collins dkk., 2021). Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, karena pengukuran kuat tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap (Kurniawan dkk., 2024).

Kekuatan tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mortar mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin

tinggi pula mutu mortar yang dihasilkan. Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari benda uji.

Pengukuran kuat tekan (Compressive Strength) berdasarkan SNI 03-1974-1990, dapat dihitung:

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian

P = beban tekan (kg)

A = luas penampang (cm²)

Tabel 2.1: Koefisien perbandingan kekuatan tekan mortar pada berbagai umur (PBI 1971).

Umur Mortar (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen <i>Portland</i> Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen <i>Portland</i> dengan Kekuatan Awal yang Tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

2.2 Material Pembentuk Campuran Mortar

2.2.1 Semen

Semen Portland Pozzolan adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozzolan (SNI 15-2049-2004).

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 membagi semen portland menjadi 5 jenis yaitu:

- a. Tipe I (*Normal portland cement*) Semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis

lainnya. Digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.

- b. Tipe II (*High – early – strength portland cement*) Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan mortar yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa.
- c. Tipe III (*Modified portland cement*) Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini xxi digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (winter season).
- d. Tipe IV (*Low heat portland cement*) Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar dan masif, umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.
- e. Tipe V (*Sulfate resisting portland cement*) Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi. Secara garis besar ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen portland, yaitu:
 - a. Trikalsium Silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S.
 - b. Dikalsium silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C2S.
 - c. Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C3A.
 - d. Tertakalsium aluminofेरिट ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C₄AF.

2.2.2 Air

Air berpengaruh terhadap kuat tekan mortar karena kelebihan air akan mengakibatkan menjadi bleeding, yaitu air bersama-sama semen akan naik keatas permukaan mortar segar yang baru saja dituangkan. Hal ini menyebabkan kurangnya lekat antara lapisan- lapisan mortar dan membuat menjadi lemah.

Air pada campuran mortar akan berpengaruh terhadap:

- a. Sifat workability adukan mortar.
- b. Besar kecilnya nilai susut mortar.
- c. Kelangsungan reaksi dengan semen Portland sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.
- d. Perawatan kertas adukan mortar guna menjamin pengerasan yang baik.

Air merupakan bahan yang penting juga dalam pembuatan suatu campuran mortar. Air yang dicampur dengan semen akan membungkus agregat halus dan menjadi satu kesatuan. Pencampuran semen dan air akan menimbulkan suatu reaksi kimia yang disebut dengan istilah reaksi hidrasi.

Dalam pembuatan campuran mortar, hendaknya digunakan air yang bersih yang tidak tercampur dengan kotoran- kotoran kimia yang memungkinkan timbulnya reaksi sampingan dari reaksi hidrasi. Adanya kotoran yang berlebih pada air tidak saja berpengaruh pada waktu ikat mortar, kekuatan mortar, dan stabilitas volume (perubahan panjang), namun juga dapat mengakibatkan pengkristalan atau korosi tulangan. Sedapat mungkin air dengan konsentrasi padatan terlarut sebaiknya dihindari.

Perbandingan antara jumlah berat air dengan jumlah berat semen (rasio air semen) memegang peranan vital dalam hal kuat tekan mortar. Jumlah air yang terlalu banyak akan menurunkan mutu. (Setiawan, 2016).

2.2.3 Agregat Halus

Agregat merupakan komponen mortar yang paling berperan dalam menentukan besarnya kuat tekan. Pada mortar biasanya terdapat sekitar 100% volume agregat halus, karena mortar tidak menggunakan agregat kasar. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu

pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI-03-2834-1993).

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

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

Persyaratan batas gradasi agregat halus juga dijelaskan pada SNI-03-2834- 1993 seperti Tabel 2.2.2, Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3, dan Gambar 2.4.

Tabel 2.2 : Batas gradasi agregat halus (SNI-03-2834-1993).

Lubang Ayakan (mm)	No.	Persen Berat Butir yang Lolos Ayakan			
		1	2	3	4
9.6	3/8 in	100	100	100	100
4.8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI, agar agregat halus diteliti terhadap:

1. Analisa saringan

2. Berat jenis
3. Kadar air
4. Kadar lumpur
5. Berat isi

2.2.4 Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (FAS) atau water cement ratio (WCR) adalah indikator yang wajib direncanakan dalam perancangan campuran mortar, karena FAS merupakan perbandingan antara jumlah air dan jumlah semen dalam campuran mortar. Nilai FAS didapatkan dari satuan berat air pada berat total semen dan adiktif yang ditambahkan yang dinyatakan dalam kisaran 0,4 sampai 0,65. Semakin besar nilai FAS, semakin tinggi pula mutu dari mortar, (Pongajow dkk., 2008). Jadi dapat dikatakan:

$$\text{FAS (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air (kg/m}^3\text{)}}{\text{Jumlah Semen (l/m}^3\text{)}} \quad (2.2)$$

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan mortar. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Dilain pihak tanpa partikel halus mortar tidak akan mencapai plastisitas. Jadi faktor air semen (FAS) tidak dapat dipisahkan dengan grading agregat.

Faktor air semen juga berhubungan dengan kuat tekan mortar. Pada bahan campuran dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan, asalkan campuran mortar tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton dan mortar secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919), dalam (Sari dkk., 2015), sebagai berikut:

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5} \cdot x} \quad (2.3)$$

Dimana:

$f'c$ = kuat tekan mortar pada umur tertentu.

X = FAS (yang semula dalam proporsi volume).

A, B = konstanta.

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat tekan mortarnya, walaupun apabila dilihat dari rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan mortar, tetapi nilai FAS yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan mortar akan rendah karena kurang padat. Dalam hal ini perlu pembatasan nilai faktor air semen (fas) maupun pembatasan dosis minimum yang digunakan sesuai dengan kondisi lingkungan

2.3 Abu Ampas Tebu (AAT)

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu (Savira dan Suharsono, 2013).

Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur 3Be yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap.

AAT memiliki kandungan yang sama dengan bahan utama pembentuk semen portland yaitu silika (SiO_2) dan Ferrit (Fe_2O_3) sehingga dapat dijadikan sebagai pozolan yang selain menggantikan sebagian semen juga dapat meningkatkan kuat tekan beton (Saputra dkk., 2019)., dan juga dapat meningkatkan kuat tekan mortar berdasarkan kandungan senyawa kimia yang dimiliki AAT.

Tabel 2.3: Hasil pengujian AAT sebelum pembakaran (Setiawan, 2016).

Senyawa Kimia	Persentase
SiO_2	5,3
Al_2O_3	4,3
Senyawa Kimia	Persentase
Fe_2O_3	7,5
CaO	6,6
Lain-lain	28,6

Dari hasil pembakaran ampas tebu pada Tabel 2.3 dapat diketahui bahwa kandungan silika belum memenuhi syarat ASTM yaitu sebesar 71%. Diketahui ampas tebu apabila dibakar pada suhu 600 °C berhasil menaikkan unsur silika (SiO_2), aluminat (Al_2O_3), ferrit (Fe_3O_3) (Wiyono dkk., 2017).

Tabel 2.4 : Merupakan hasil pengujian AAT sesudah pembakaran (Setiawan, 2016).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO_2	71
Al_2O_3	2,5
Fe_2O_3	8,2
CaO	3,6
Lain-lain	14,7

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu dengan Mortar dengan campuran abu ampas tebu 7% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 38,24% dari mortar normal dengan nilai kuat tekan yang didapat 38,67 MPa dan merupakan nilai kuat tekan optimum. Kuat tekan mortar dengan campuran abu ampas tebu 9% meningkatkan kuat tekan mortar 32,59% dari mortar normal dengan nilai kuat tekan yang didapat 35,364 MPa. Mortar dengan campuran abu ampas tebu 11% (Pranowo dkk., 2023).

2.4 Serbuk Cangkang Tiram (SCT)

Limbah cangkang tiram telah banyak dilakukan penelitian oleh para peneliti, dalam hal kandungan unsur kimianya yang mirip dengan semen. Para peneliti menyebutkan bahwa kalsinasi cangkang tiram pada suhu 8000C, mampu menghasilkan kandungan CaO yang tinggi, yang dapat digunakan sebagai substitusi semen dalam beton. Para peneliti menyebutkan bahwa kalsinasi tersebut mampu mengubah komponen CaCO_3 menjadi CaO sebesar 56,77 % (Pramanda dkk., 2024).

Penggunaan SCT sebagai bahan campuran beton telah banyak digunakan. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan CaO yang cukup tinggi. SCT mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan, yaitu mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silika sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku beton alternatif (Li dkk., 2007). Limbah cangkang tiram dapat digunakan sebagai pengganti sebahagian semen di dalam beton, karena sifatnya yang mirip dengan zat kapur, namun pencampuran limbah cangkang tiram terhadap semen sampai dengan 25% akan menurunkan mutu beton (Ubachukwu dan Okafor, 2019).

Potensi cangkang tiram sebagai pengganti semen sangat besar dikarenakan di dalam 100 gram cangkang tiram mengandung 52 gram CaO dan mengandung 48 gram zat-zat kimia lainnya (Ayyappan, 2018). Seperti penggunaan cangkang kerang laut merupakan limbah dari laut yang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yaitu dengan memanfaatkannya sebagai pengganti semen dalam beton (Mohammad dkk., 2017).

Penggunaan bahan limbah yang memiliki potensi kandungan CaO seperti cangkang tiram sebagai pengganti sebahagian semen dalam beton akan berpengaruh kepada kekuatan beton, daya tahan terhadap suhu panas atau dingin, daya tahan terhadap korosi serta setting time waktu awal dan aktu awal dan waktu akhir pengikatan pasta (Fadiahand Murdiyoto 2022).

Pemakaian cangkang kerang sebagai substitusi agregat halus pada pembuatan mortar dengan mampu meningkatkan variasi 15% nilai kuat tekan sebesar 17,6% dibandingkan dengan umur 28 hari tanpa substitusi cangkang

kerang. Variasi 15% cangkang kerang menjadi variasi dengan nilai kuat tekan maksimum dengan nilai kuat tekan 184,17 kg/cm², dimana mortar ini. menjadi mortar tipe M mempunyai nilai kuat tekan lebih besar dari 17,2 MPa yaitu 18,06 Mpa. Penggunaan cangkang kerang sebagai substitusi agregat halus memberikan pengaruh sebesar 97,6% pada umur 28 hari (Fadiah dan Murdiyoto, 2022).

Penggantian semen dan agregat halus dengan abu dan serbuk cangkang tiram sebesar 5%, 10% dan 15% dengan FAS 0,40, 0,50, dan 0,60 sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tarik belah beton. Kuat tarik belah beton normal maksimum terjadi pada FAS 0,40 yaitu 3,72 MPa (Bunyamin dkk., 2021).

2.5 Perencanaan Pembuatan Campuran Mortar Menurut SNI 03-2825-2002

Ruang lingkup metode ini meliputi persyaratan pengujian, ketentuan-ketentuan, cara pengujian dan laporan hasil pengujian kekuatan tekan mortar semen portland dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5cm.

Ketentuan benda uji dalam pembuatan mortar, meliputi:

1. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran sisi 5 cm dibuat dari mortar campuran semen portland, pasir kwarsa, dan air suling dengan komposisi tertentu.
2. Untuk pembuatan 6 benda uji diperlukan bahan sebagai semen Portland 500 gram, pasir kwarsa . 1.375 gram dan air suling 242 ml.
3. Pasir kwarsa yang digunakan harus memenuhi persyaratan standard pasir ottawa ASTM No.: C 190;
4. Radar air optimum mortar yang digunakan untuk membuat benda uji ditetapkan berdasarkan hasil pengujian meja leleh.

Maka perhitungan yang digunakan dalam pembuatan mortar:

Kekuatan tekan mortar dihitung dengan rumus :

$$\delta m = \frac{P maks}{A} \quad (2.4)$$

Dimana:

- δm = kekuatan tekan mortar, MPA.
 P_{maks} = gaya tekan maksimum, N.
 A = luas penampang benda uji, mm².

Untuk benda uji kubus dengan panjang sisi 50 mm, maka $A = 2500 \text{ mm}^2$

$$\gamma m = \frac{B_m}{V} \quad (2.5)$$

Dimana:

- γm = berat isi mortar, kg/ml.
 B_m = berat benda uji, kg.
 V = volume benda uji, ml.

Untuk benda uji kubus dengan panjang sisi 50 mm, maka $V = 125 \text{ ml}$.

2.5.1 Mix Design perbandingan campuran mortar 1 : 3

Mix design untuk pembuatan mortar:

1. Berat isi semen = 1250 kg/m³.
2. Berat isi pasir = 1400 kg/m³.
3. Berat jenis air = 1000 kg/m³.
4. Volume total = 1m³.
5. Perbandingan semen dan pasir adalah 1 semen: 3 pasir. Penyebut pasir dan semen digunakan = x

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

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

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

6. Jumlah semen yang digunakan untuk 1m³

- a. Semen = 1 x (X)

$$= 1 \times 0,25$$

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

- b. Semen 1 x Berat isi semen

$$= 0,25 \times 1250$$

$$= 312,5 \text{ kg}$$

7. Jumlah pasir untuk 1m³

- a. Pasir = 3 x (X)

$$= 3 \times 0,25$$

$$= 0,75 \text{ m}^3$$

b. Pasir 3 x Berat isi pasir

$$= 0,75 \times 1400$$

$$= 1050 \text{ ml.}$$

8. Jumlah air yang digunakan untuk 1m^3

Air (S) = Jumlah semen x Faktor air semen

$$= 312,5 \times 0,484$$

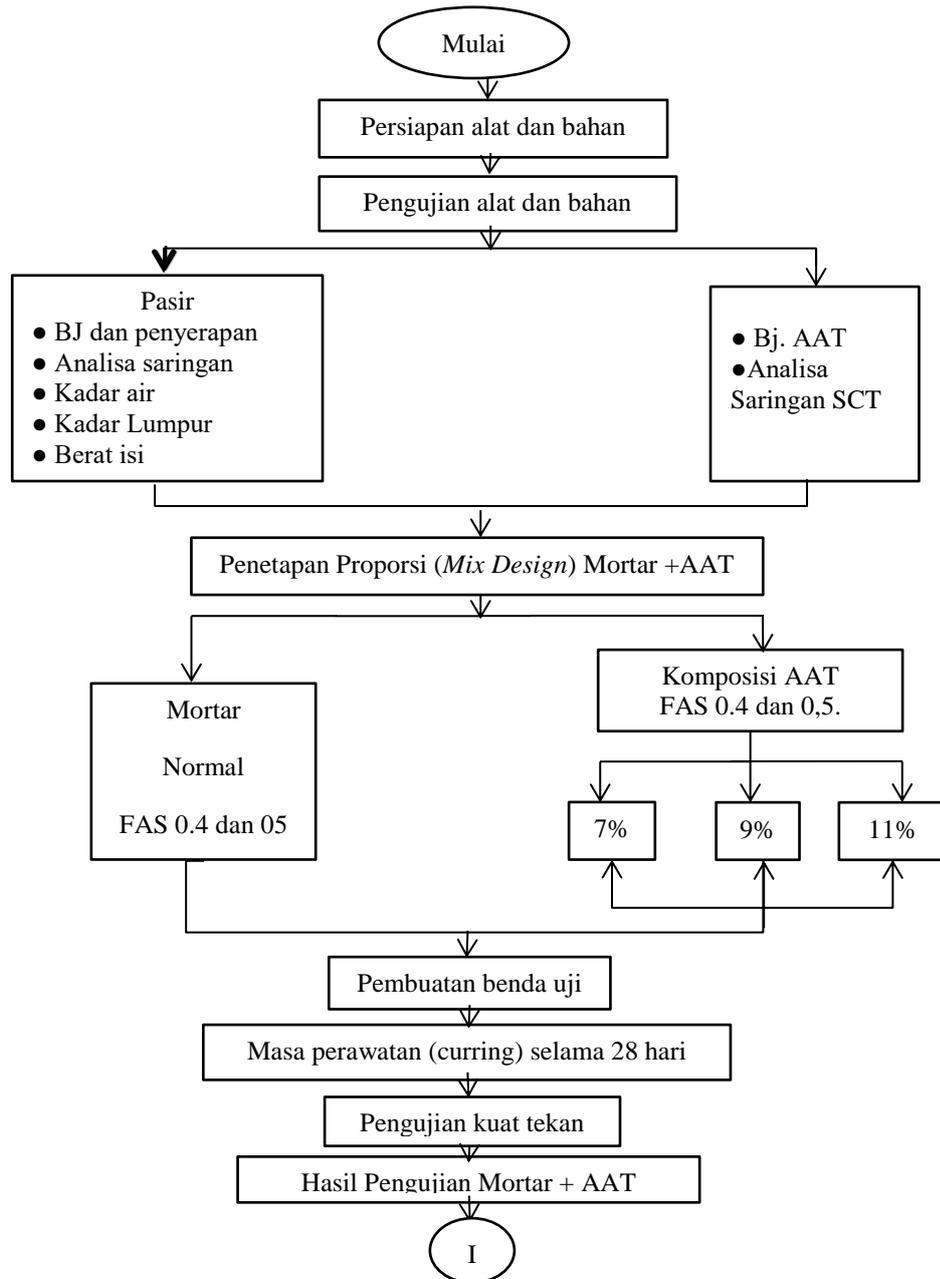
$$= 151,25 \text{ kg.}$$

BAB 3

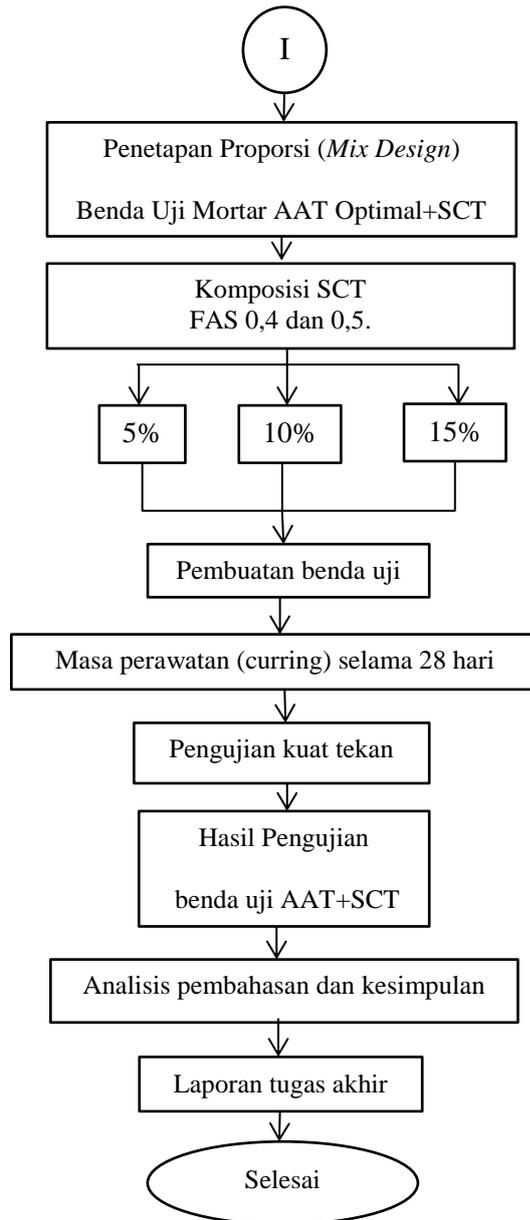
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1: Bagan Metodologi Penelitian.



Gambar 3.2: Lanjutan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Januari 2024 hingga Mei 2025. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mortar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Bahan dan Peralatan

3.3.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk mortar yang digunakan yaitu:

- a. Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen jenis PCC (*Portland Composite Cement*)
- b. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Medan.
- c. Air
Air yang digunakan berasal dari PDAM Medan yang bersih.
- d. AAT
AAT yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu dari sisa para pedagang es tebu dalam bentuk ampas yang dibakar untuk menghasilkan abu ampas tebu.
- e. SCT
SCT yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang tiram yang berasal dari daerah Kluet Utara, Aceh Selatan yang merupakan limbah dari perairan dalam bentuk cangkang yang ditumbuk halus, sehingga menghasilkan serbuk cangkang tiram.

3.3.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sekop tangan berfungsi untuk mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan.
- b. Saringan agregat halus yaitu no. 4, no. 100, dan no. 200.
- c. Pan berfungsi untuk wadah campuran mortar.
- d. Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan dari kotoran benda uji.
- e. Wadah atau mangkok pengaduk berfungsi sebagai tempat percampuran mortar sampel.
- f. Plastik berfungsi sebagai wadah agregat.

- g. Skrap berfungsi untuk meratakan campuran di cetakan.
- h. Oven berfungsi sebagai alat untuk mengeringkan sampel bahan.
- i. Cetakan benda uji berbentuk kubus dengan panjang sisi 5 cm, dibuat dari baja harus kedap air berfungsi sebagai alat untuk mencetak campuran mortar.
- j. Timbangan digital berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
- k. Gelas ukur berfungsi sebagai takaran air campuran mortar.
- l. Mixer berfungsi sebagai alat untuk mencampur campuran bahan penyusun mortar.
- m. Tongkat pemadat berfungsi untuk memadatkan benda uji
- n. Sendok perata berfungsi untuk meratakan sampel di tempat cetakan benda uji.
- o. Bak perendam yang berfungsi untuk merendam sampel benda uji.
- p. Compression Testing Machine berfungsi sebagai alat untuk menguji kuat tekan beton.

3.4 Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan pada agregat yang digunakan, dalam pembuatan mortar pemeriksaan yang dilakukan adalah agregat halus berupa pasir alami.

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir mencakup data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil data laboratorium seperti:

- Pemeriksaan kadar air (SNI 1971-2011).
- Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 4142-1996)
- Berat jenis dan penyerapan (SNI 1970-2008).
- Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973-2008).
- Pemeriksaan analisa saringan (SNI 03-1968-1990)
- Perbandingan dalam campuran mortar/*mix design* (SNI 03-6825-2002).

- Uji kuat tekan mortar/*compression testing machine*).

Setelah dilakukan pemeriksaan dasar, langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan campuran mortar normal (*mix design*).

Hasil analisis campuran merupakan pemeriksaan yang dilakukan pada campuran mortar, yakni pengujian kuat tekan mortar berdasarkan variasi hari yang telah direncanakan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari referensi jurnal yang berhubungan dengan teknik mortar/literature, serta buku-buku dan data teknis SNI 03-6825-2002 dengan konsultasi langsung bersama dosen pembimbing sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material sampai di lokasi penelitian, material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.6 Pemeriksaan Agregat Halus

Di dalam pemeriksaan agregat halus dilakukan di laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat halus serta mengikuti Buku Panduan Pratikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan pengujian diantaranya:

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

3.6.1 Kadar Air

Kadar air menurut SNI 1971-2011, cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk percobaan.
2. Menyaring sampel agregat dengan saringan yang lolos 3/4" dan tertahan di agregat yang lolos saringan No.4.
3. Menimbang wadah yang akan digunakan sebagai wadah saat akan dimasukkan ke dalam oven.
4. Mengambil contoh bahan saringan No.4 kemudian memasukkan ke dalam wadah dan menimbangnya.
5. Mengeringkan contoh bahan ke dalam oven sampai batas konstan selama \pm 24 jam dengan suhu ($105 \pm 5^\circ\text{C}$).

Untuk menghitung jumlah kadar air dapat dihitung menggunakan rumus Pers 3.1 :

$$\text{Kadar air} = \frac{w_1 + w_2}{w_2} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana:

W_1 : Massa benda uji

W_2 : Massa benda uji kering oven

3.6.2 Kadar Lumpur

Kadar lumpur menurut SNI 03-4141-1996 metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
2. Mengambil sample lolos saringan No. 4 untuk agregat halus dan tertahan 3/8".

3. Mencuci sample dengan air bersih, kemudian menyaring agregat halus dengan saringan No. 200. Melakukan hal yang sama secara berulang ulang sampai air cucian tidak keruh.
4. Memasukkan agregat basah (yang telah dicuci) kedalam wadah dan menimbanginya.
5. Memasukkan sample ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
6. Mengeluarkan sample dari dalam oven kemudian menimbang dan mencatat beratnya.
7. Lalu mendinginkan sampai suhu ruangan.
8. Kemudian memasukkan kembali ke dalam oven selama 10 menit.
9. Lalu mengeluarkan bahan uji kemudian menimbang dan mencatat hasilnya.
10. Mengembalikan alat dan membersihkan tempat seperti semula.

Untuk menghitung jumlah kadar lumpur dapat dihitung dengan Pers 3.2 :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_6}{W_3} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana:

W_3 : Berat contoh kering + wadah

W_6 : Berat kotoran agregat lolos saringan No.200.

3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapannya

Berat jenis dan penyerapannya menurut SNI 1970-2008, agregat halus adalah agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,75 mm (No. 4). Cara uji ini digunakan untuk menentukan setelah (24+4) jam didalam air berat jenis curah kering dan berat jenis semu, berat jenis curah dalam kondisi jenuh kering permukaan, serta penyerapan air. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Menjemur contoh agregat halus untuk mendapatkan kondisi SSD (kering permukaan).
2. Memasukkan contoh agregat yang telah dikeringkan kedalam cetakan kerucut pasir 1/3 bagian yang kemudian ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali untuk bagian pertama mengisi 1/3 bagian lagi untuk bagian

kedua dan menusuknya sebanyak 25 kali. Kemudian mengisi hingga penuh dan ditusuk sebanyak 25 kali kemudian mengisi hingga penuh lagi dan diratakan dengan mistar perata.

3. Mengangkat cetakan kerucut pasir secara perlahan. Bila agregat runtuh maka didapatlah agregat dalam kondisi SSD.
4. Menimbang benda uji.
5. Menimbang piknometer dengan keadaan piknometer terisi air.
6. Membuang air yang ada di dalam piknometer.
7. Memasukan agregat halus ke dalam piknometer dengan menggunakan corong dan mengisinya dengan air sehingga penuh.
8. Kemudian menimbang dan mencatatnya.
9. Memanaskan piknometer yang telah berisi air, serta agregat halus tersebut selama ± 15 menit, mengangkat dan menggoyangkan piknometer tersebut, setiap 5 menit sekali untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap.
10. Merendam piknometer selama ± 24 jam didalam ember yang telah diisi air terlebih dahulu.
11. Setelah ± 24 jam, mengeluarkan agregat halus dan piknometer dan menurunkanya ke dalam wadah sehingga tidak ada lagi agregat halus yang tertinggal pada piknometer.
12. Memasukkan wadah yang berisikan agregat ke dalam oven dan mengeringkannya ke dalam oven selama ± 24 jam.
13. Mengeluarkan wadah di dalam oven lalu menimbang dan mencatatnya.
14. Mengembalikan alat dan membersihkan tempat seperti semula.

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan campuran beton dan pengendalian mutu. Perhitungan berat jenis agregat halus dan penyerapan air berdasarkan SNI 1970-2008 dan ASTM C 128-0. Gunakan hasil pengukuran massa dan berat yang diperoleh menggunakan rumus:

1. Berat jenis curah kering dihitung menggunakan rumus Pers 3.3 :

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (3.3)$$

2. Berat jenis kering permukaan (SSD) dihitung menggunakan rumus Pers 3.4:

$$\text{Berat jenis kering permukaan (SSD)} = \frac{S}{B+S-C} \quad (3.4)$$

3. Berat jenis semu dihitung menggunakan rumus Pers 3.5 :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (3.5)$$

4. Penyerapan air dihitung menggunakan Pers 3.6 :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{S-A}{A} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dimana:

A = Benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer yang berisi air (gram)

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)

S = Benda uji kondisi jenuh kering permukaan

3.6.4 Berat Isi

Berat isi menurut SNI 1973-2008 berat isi disebut juga berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan campuran beton, apabila jumlah bahan dihitung dengan ukuran volume.

Besar kecilnya berat agregat tergantung pada berat butiran agregat maka semakin besar pula berat isi agregat dan sebaliknya. Karena berat isi agregat berbanding lurus dengan berat butir agregat sedangkan semakin besar volume agregat maka semakin kecil berat isi agregat. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Agregat dalam kondisi Kering Oven.
3. Meletakkan agregat masing masing halus dan meletakkannya ke dalam pan.
4. Menimbang wadah baja dan mengukur dimensi wadah untuk mengetahui volume wadah kemudian mencatatnya.

Untuk menghitung jumlah berat isi dapat dihitung dengan menggunakan Pers 3.7 :

$$\text{Berat isi} = \frac{\text{Berat contoh}}{\text{Volume wadah}} \quad (3.7)$$

3.6.5 Analisa Saringan

Analisa saringan menurut SNI 03-1968-1990 metode ini sebagai acuan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Mengambil dan menimbang agregat halus sebanyak 2500 gr.
3. Kemudian menyaring agregat halus saringan no.4 sampai benar-benar tersaring dengan sempurna.
4. Setelah tersaring dengan sempurna kemudian mengambil dan memasukkan agregat halus yang tertahan ke dalam plastik.
5. Menimbang dan mencatat agregat halus yang tertahan pada saringan.
6. Membersihkan dan mengembalikan peralatan ke tempat semula.

Untuk menghitung Modulus kehalusan dapat dihitung menggunakan rumus pada Pers 3.8 :

$$FM = \frac{\sum \text{Berat tertahan komulatif}}{100} \quad (3.8)$$

3.7 Pengujian AAT Dan SCT

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya pengujian AAT dan abu cangkang tiram, yaitu:

3.7.1 Pengujian AAT

Pengujian AAT yang digunakan adalah ampas tebu yang dibakar dan dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air dan dapat dihitung menggunakan rumus:

1. Berat jenis curah kering dihitung menggunakan rumus Pers 3.9 :

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (3.9)$$

2. Berat jenis kering permukaan (SSD) dihitung menggunakan rumus pers 3.10 :

$$\text{Berat jenis kering permukaan (SSD)} = \frac{S}{B+S-C} \quad (3.10)$$

3. Berat jenis semu dihitung menggunakan rumus Pers 3.11 :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (3.11)$$

Dimana:

- A = Benda uji kering oven (gram)
- B = Berat piknometer yang berisi air (gram)
- C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram)
- S = Benda uji kondisi jenuh kering permukaan

3.7.2 Pengujian SCT

Pengujian SCT yang digunakan yang lolos saringan No.100. Hal tersebut agar serbuk cangkang tiram memiliki ukuran yang sama dengan semen.

3.8 Perencanaan Campuran Mortar

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran mortar, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk mortar sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran mortar berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 03-6825-2002.

3.9 Pelaksanaan Penelitian

3.9.1 Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk mortar seperti AAT dan SCT terhadap variasi faktor air semen 0,4 dan 0,5 untuk memperoleh suatu campuran mortar yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.9.2 Tahapan Pengujian

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm yang berjumlah yang berjumlah 42 sampel. Prosedur pelaksanaan pembuatan benda uji, meliputi:

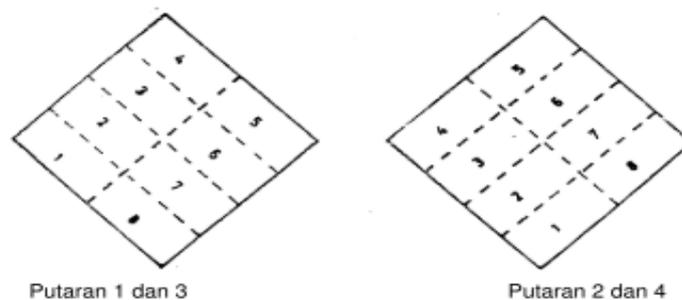


Gambar 3.3 : Benda Uji Kubus Mortar.

Berikut ini merupakan prosedur pelaksanaan pembuatan benda uji menurut SNI 03-28825-2002, meliputi :

1. Tuangkan 242 cc air suling ke dalam mangkok pengaduk, kemudian masukkan pula perlahan-lahan contoh semen sebanyak 500 gram, biarkan kedua bahan dalam mangkok pengaduk selama 30 detik;
2. Aduklah campuran air suling dan semen dengan menggunakan mesin pengaduk selama 30 detik, kecepatan putaran mesin pengaduk adalah 140 ± 5 putaran per menit;
3. Siapkan pasir kwarsa sebanyak 1375 gram; masukkan sedikit demi sedikit ke dalam mangkok yang berisi campuran semen-air suling sambil diaduk dengan kecepatan yang sama selama 30 detik; setelah itu pengadukan diteruskan selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;
4. Pengadukan dihentikan, bersihkan mortar yang menempel di bibir dan bagian atas mangkok pengaduk selama 15 detik, selanjutnya mortar dibiarkan selama 75 detik dalam
5. Ulang kembali pengadukan selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;
6. Mencetak benda uji dengan urutan sebagai berikut: (1) aduk kembali mortar di dalam mangkok pengaduk dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit selama 15 detik;
7. Mencetak benda uji dengan urutan sebagai berikut:

- (1) Aduk kembali mortar di dalam mangkok pengaduk dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit selama 15 detik;
- (2) Masukkan mortar ke dalam cetakan kubus; pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan setiap lapis harus dipadatkan 32 kali dengan 4 kali putaran dalam 10 detik;
- (3) Konfigurasi pemadatan seperti tercantum pada Gambar 3.4; pekerjaan pencetakan benda uji, harus sudah dimulai dalam waktu paling lama 2 1/2 menit setelah pengadukan semula (butir 5);



Gambar 3.4 Konfigurasi tumbukan alat pemadat benda uji

8. Bila dibuat campuran mortar duplo untuk benda uji tambahan, percobaan leleh ditiadakan dan mortar dibiarkan dalam mangkok pengaduk selama 75 detik tanpa ditutup, selanjutnya mortar yang menempel di bibir & bagian atas mangkok dibersihkan dalam waktu 15 detik; kemudian mortar diaduk kembali untuk mencetak benda uji, sesuai urutan dalam butir 8;
9. Pada umur yang telah ditentukan, lakukan pengujian kekuatan tekan terhadap benda uji itu dengan urutan kegiatan sebagai berikut :
 - (1) Angkatlah benda uji dari tempat perendaman, kemudian permukaannya dikeringkan dengan cara di lap dan dibiarkan selama ± 15 menit;
 - (2) Timbanglah kubus benda uji, lalu catat berat benda uji itu;
 - (3) Letakkan benda uji pada mesin penekan; tekanlah benda uji itu dengan penambahan besarnya gaya tetap sampai benda uji itu pecah. Pada saat pecah, catatlah besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja.

10. Hitunglah berat isi benda uji serta kuat tekan, selanjutnya hitung nilai rata-rata berat isi dan kekuatan tekan benda uji.

Penelitian ini menggunakan campuran abu ampas tebu dengan presentase 7%, 9%, dan 11% dan setelah didapatkan hasil sampel mortar abu ampas tebu yang optimal, maka bahan ditambahkan dengan serbuk cangkang tiram dengan presentase 5%, 10%, dan 15% dengan variasi faktor air semen 0,4 dan 0,5.

Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan mortar dengan jumlah benda uji yang dibuat yaitu 42 sampel benda uji dengan umur mortar 28 hari dengan penjelasan dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 : Variasi campuran sampel mortar.

No	FAS	Kode Benda Uji	Semen	Pasir	Abu Ampas Tebu	Serbuk Cangkang Tiram	Jumlah Sampel	Sumber Rujukan
1	0,4	MN	100%	100%	0%	0%	3	(Pranowo dkk., 2023).)
		MAAT 7%	93%	100%	7%	0%	3	
		MAAT 9%	91%	100%	9%	0%	3	
		MAAT 11%	89%	100%	11%	0%	3	
		MAATSCT 5%	95%	100%	Optimal	5%	3	(Bunyamin dkk., 2021)
		MAATSCT 10%	90%	100%	Optimal	10%	3	
		MAATSCT 15%	85%	100%	Optimal	15%	3	
2	0,5	MN	100%	100%	0%	0%	3	(Pranowo dkk., 2023).)
		MAAT 7%	93%	100%	7%	0%	3	
		MAAT 9%	91%	100%	9%	0%	3	
		MAAT 11%	89%	100%	11%	0%	3	
		MAATSCT 5%	95%	100%	Optimal	5%	3	(Bunyamin dkk., 2021)
		MAATSCT 10%	90%	100%	Optimal	10%	3	
		MAATSCT 15%	85%	100%	Optimal	15%	3	
Jumlah							42	-

Keterangan:

MN = Mortar Normal.

MAAT = Mortar Abu Ampas Tebu.

MAATSCT = Mortar Abu Ampas Tebu dan Serbuk Cangkang Tiram.

3.9.3 Perawatan Mortar

Setelah mortar dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan yaitu pada umur 28 hari.

3.9.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis mortar. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi campuran direncanakan sebanyak 3 buah benda uji.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Setelah data penelitian selesai, perlu dilakukan analisis dan diskusi untuk mengetahui hasil dan tujuan. Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara akan dijelaskan dalam bab ini, yaitu:

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada pemeriksaan agregat halus yang digunakan berupa pasir alam yang diperoleh dari Medan, Sumatera Utara. Peneliti memperoleh data material meliputi kadar air, kadar lumpur, analisa saringan, dan berat jenis. Pemeriksaan ini mengikuti panduan SNI dan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil .

4.2.1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Hasil dari pengujian kadar air agregat halus yang mengacu pada SNI 03-1971- 2011 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Pengujian kadar air agregat halus.

Pengujian	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	960	675
Massa wadah	460	175
Massa benda uji (W_1)	500	500
Massa wadah + benda uji kering oven	935	660
Massa benda uji kering oven (W_2)	475	485
Kadar air total (P) $((W_1-W_2)/W_2)*100\%$	5.26 %	3.09%
Kadar air total (P) rata-rata	4.17%	

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 4.17%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan

pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 5.26 % dan percobaan kedua sebesar 3.09 %.

4.2.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus yang mengacu pada SNI 4142-1996 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Pengujian kadar lumpur agregat halus.

Agregat halus lolos saringan No.4	Persamaan	Sampel I	Sampel II
Berat agregat kering : W1 (gr)		1000	1000
Berat agregat setelah dicuci : W2 (gr)		990	985
Berat kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci W3 (gr)	W1- W2	10	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	$(W3 / W1) \times 100$	1	1.5
Rata-rata		1.25	

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan sebanyak 2 kali percobaan. Untuk percobaan pertama didapat nilai kadar lumpur sebesar 1%, sedangkan percobaan kedua diperoleh nilai kadar lumpur sebesar 1.5%. Maka nilai rata kadar lumpur dari pengujian diatas adalah sebesar 1.25%.

4.2.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus mengacu pada SNI 1970-2008 dapat dilihat di pada Tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3: Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
Berat benda uji kering oven	A	485	490	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	675	675	Gram
Berat pikonometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	950	955	Gram

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2.16	2.23	2.19
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_{sd})	$\frac{S}{(B + S - C)}$	2.22	2.27	2.24
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(B + A - C)}$	2.31	2.33	2.32
Penyerapan air (A_w)	$[\frac{S-A}{A}] \times 100\%$	3.09	2.04	2.56

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) rata-rata sebesar 2,24 gr/cm³ dan diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 – 2,9. Penyerapan air (absorption) dari hasil pengujian yaitu sebesar 2,56%.

4.2.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Hasil pengujian berat isi agregat halus yang mengacu pada SNI 1973-2008 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengujian berat isi agregat halus.

Pengujian	Sampel I	Sampel II	Rata - rata
Berat sampel + wadah (W1) gr	21205	21960	21582.5
Berat wadah (W2) gr	5330	5330	5330
Berat sampel (W3) (W1 – W2) gr	15875	16630	16252.5
Volume wadah (W4) cm ³	10952.23	10952.23	10952.23
Berat isi (W3/W4) gr/cm ³	1.45	1.52	1.49

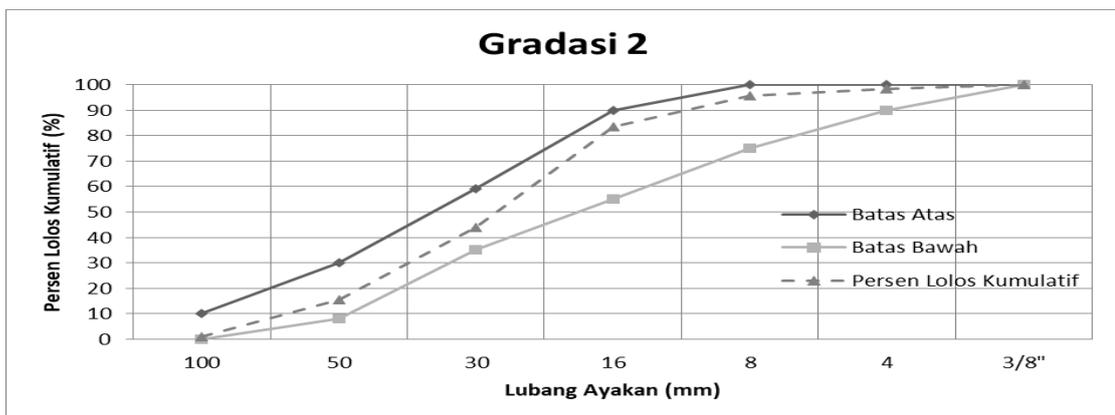
Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat isi agregat halus rata-rata 1,49 gr/cm³. Berat isi yang diperlukan untuk mortar biasa berkisar antara 1.4gr/cm³ s/d 1.9 gr/ cm³. Dengan demikian, berat agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan.

4.2.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan analisa saringan yang mengacu pada SNI 03-1968-1990. Hasil dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus.

Saringan	Massa tertahan Gram (a)	Jumlah tertahan Gram (b)	Persentase kumulatif (%)	
			Tertahan ©	Lolos (d)
9.52 mm (3/8 inci)	0	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	40	40	1.60	98.40
2.36 mm (No.8)	70	110	4.40	95.60
1.18 mm (No. 16)	300	410	16.40	83.60
0.6 mm (No. 30)	995	1405	56.20	43.80
0.3 mm (No. 50)	710	2115	84.60	15.40
0.15 mm (No. 100)	360	2475	99.00	1.00
Pan	25	2500	100	0
Modulus Kehalusan			262.20	26



Gambar 4.1: Gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,6 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 pasir sedang seperti pada Gambar 4.1.

4.2.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan AAT

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan AAT mengacu pada SNI 1970-2008 dapat dilihat di pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Pengujian berat jenis AAT.

Abu Ampas Tebu	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (S_d)	50	50	50	Gr
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai dengan konstan (S_s)	30	37	33,5	Gr
Berat piknometer penuh air (S_a)	650	650	650	Gr
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	605	605	605	Gr
Bj Bulk = $(E/(B+D-C))$	3,16	2,57	2,86	Gr
Penyerapan Air $[\frac{S-A}{A}] \times 100\%$	66,66	35,13	50,89	Gr

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata pengujian berat jenis sebesar 2,86 gram dan penyerapan sebesar 50,89 gram. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil berat jenis dan penyerapan sebesar 3,16 gram dan percobaan kedua sebesar 2,57 gram.

4.2.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan SCT

Pengujian SCT yang digunakan yang lolos saringan No.100.

4.3 Perencanaan *Mix Design* Mortar

Untuk mendapatkan campuran mortar yang diinginkan, penulis akan menganalisis data yang dikumpulkan selama penelitian. Setelah pengujian dasae selesai, nilai-nilai data dibawah ini dapat digunakan untuk data percampuran mortar (*mix design*) sesuai dengan SNI 03-6825-2002. Tujuan dari perencanaan campuran mortar adalah untuk mendapatkan rekomendasi campuran yang sesuai dengan kuat tekan mortar.

4.3.1 *Mix Design*

Setelah pengujian agregat halus dilakukan, selanjutnya peneliti akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran mortar berdasarkan SNI 03-6825-2002. Data-data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8: Data-data hasil tes dasar.

No.	Data Tes Dasar	Nilai
1.	FM Agregat Halus	26%
2.	Kadar Air Agregat Halus	4.17%
3.	Berat Jenis Agregat Halus	2,24 gr/cm ³
4	Penyerapan Air Agregat Halus	2,56%
5.	Kadar Lumpur Agregat Halus	1.25%.
6.	Berat Isi Agregat Halus	1,49 gr/cm ³

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran mortar (*mix design*) yang diinginkan. Perencanaan campuran mortar (*mix design*) dilaksanakan sesuai dengan metode uji SNI 03-6825-2002.

Tabel 4.9: Data kebutuhan *Mix Design*

Keterangan	Nilai
Ukuran Agregat Maksimum	4.75 mm
Modulus Kehalusan Agregat Halus	2.6 mm
Berat Jenis (SSD) Agregat Halus	2,24 gr/cm ³
Berat Jenis AAT	2,86 gr/cm ³
Penyerapan Air Agregat Halus	2,56%
Penyerapan Air AAT	50,89%

4.3.2 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil *mix design* 1:3 maka langkah perhitungan kebutuhan bahan untuk per satu benda uji sebagai berikut:

- Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetaka kubus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume kubus} &= \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{sisi} && (4.1) \\
 &= 5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm} \\
 &= 125 \text{ cm} && = 0,000125\text{m}^3
 \end{aligned}$$

2. Total bahan material yang diperlukan untuk membuat 1 benda uji.

- Semen yang diperlukan untuk membuat 1 benda uji yaitu:

$$\text{Banyak semen dalam } 1\text{m}^3 \times \text{volume benda uji} \quad (4.2)$$

$$= 312,5 \text{ kg/m}^3 \times 0,000125 \text{ m}^3.$$

$$= 0,0391 \text{ kg}$$

- Agregat halus yang diperlukan untuk 1 benda uji yaitu:

$$\text{Banyak pasir dalam } 1 \text{ m}^3 \times \text{volume benda uji} \quad (4.3)$$

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

$$= 0,1313 \text{ kg}$$

- Air yang diperlukan untuk 1 benda FAS 0,4% uji yaitu:

$$\text{Banyak air} \times \text{volume benda uji} \quad (4.4)$$

$$= 156,25 \text{ kg/m}^3 \times 0,000125 \text{ m}^3$$

Didapat seluruh kebutuhan bahan penyusun mortar untuk setiap campuran benda uji dikali 3, maka total campuran bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut dengan total 42 benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Kebutuhan bahan penyusun mortar untuk setiap variasi benda uji.

No.	FAS	Kode Benda Uji	Komposisi Bahan					
			Volume (m ³)	Semen (gr)	Agregat Halus (gr)	AAT (gr)	SCT (gr)	Air (ml)
1.	0,4%	MN	0,000125	117	394	0	0	44,92
		MAAT 7%		108,81		8,19	0	
		MAAT 9%		106,47		10,53	0	
		MAAT 11%		104,13		12,87	0	
		MAATSCT 11% + 5%		98,28		12,87	5,85	
		MAATSCT 11% + 10%		92,43		12,87	11,7	
		MAATSCT 11% + 15%		86,54		12,87	17,55	
2	0,5%	MN	0,000125	117	394	0	0	56,16
		MAAT 7%		108,81		8,19	0	
		MAAT 9%		106,47		10,53	0	
		MAAT 11%		104,13		12,87	0	
		MAATSCT 7% + 5%		102,96		8,19	5,85	
		MAATSCT 7% + 10%		97,11		8,19	11,7	
		MAATSCT 11% + 10%		91,26		8,19	17,55	

Keterangan:

MN = Mortar Normal

MAAT = Mortar Abu Ampas Tebu

MAATSCT = Mortar Abu Ampas Tebu dan Serbuk Cangkang Tiram

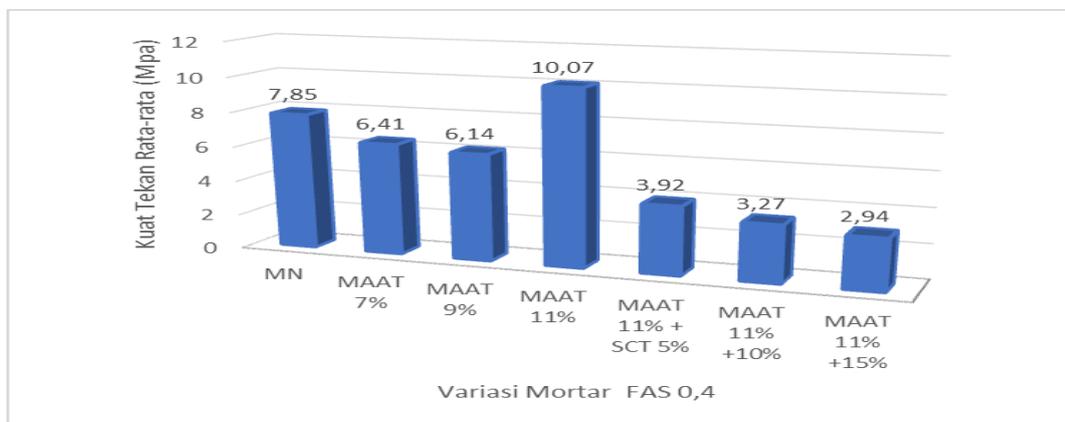
4.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata- Rata Mortar

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah masa pemeliharaan mortar selama 28 hari. Mortar digunakan 3 benda uji untuk setiap variasinya, pengujian dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* dengan benda uji berbentuk kubus sebanyak 42 benda uji dengan volume kubus 5 x 5 x 5 cm sesuai dengan SNI 03-6825-2002.

Hasil pengujian kuat tekan mortar setiap variasi campuran berumur 28 hari dengan benda uji kubus sebanyak 42 benda uji dengan volume kubus 5 x 5 x 5 cm. dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan mortar rata-rata FAS 0.4.

Variasi Mortar FAS 0,4	Luas (mm ²)	Umur Mortar	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
MN	2500	28 Hari	7,85
MAAT 7%	2500	28 Hari	6,41
MAAT 9%	2500	28 Hari	6,14
MAAT 11%	2500	28 Hari	10,07
MAAT 11% + SCT 5%	2500	28 Hari	3,92
MAAT 11% +10%	2500	28 Hari	3,27
MAAT 11% +15%	2500	28 Hari	2,94



Gambar 4.2: Grafik pengujian kuat tekan rata-rata mortar FAS 0.4.

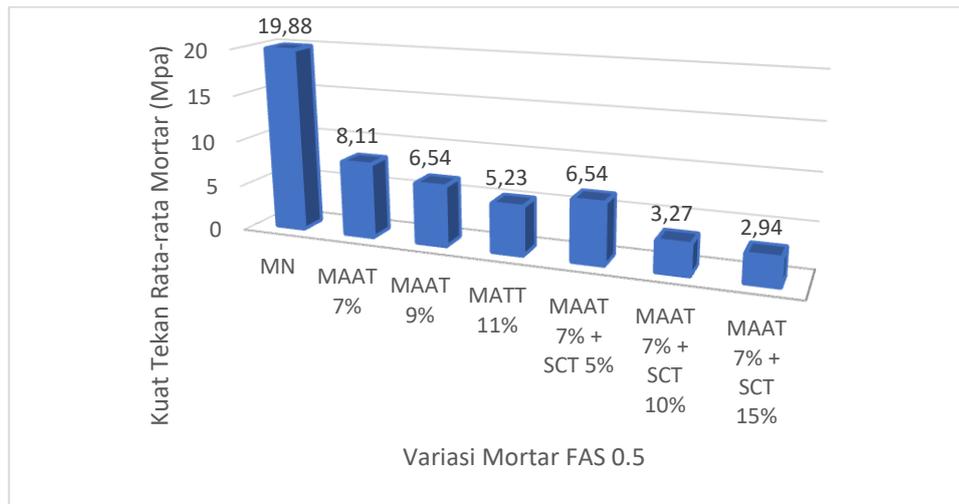
Berdasarkan Gambar 4.2 menjelaskan hasil kuat tekan mortar variasi dengan FAS 0.4 diperoleh nilai kuat tekan rata rata pada MN (Mortar Normal) sebesar 7,85 MPa, nilai kuat tekan rata-rata MAAT 7% sebesar 6,41 MPa, kuat tekan rata rata MAAT 9% sebesar 6,14 MPa, dan nilai kuat tekan rata rata mortar MAAT 11% sebesar 10,07 MPa, maka didapat hasil optimal dari variasi mortar dengan campuran abu ampas tebu yang tertinggi yaitu di MAAT 11% sebesar 10,07 MPa lebih besar daripada MN sebesar 7,85 MPa.

Sedangkan pada variasi campuran abu ampas tebu optimal ditambah serbuk cangkang tiram diperoleh nilai kuat tekan rata rata pada variasi dengan FAS 0.4 MAAT 11% + SCT 5% sebesar 3,92 MPa, nilai kuat tekan rata-rata MAAT 11% + SCT 10% sebesar 3,27 MPa, dan nilai kuat tekan rata-rata pada variasi MAAT 11% + SCT 15% sebesar 2,94 MPa, maka didapat hasil tertinggi dari variasi campuran mortar abu ampas tebu dan serbuk cangkang tiram yaitu MAAT 11% + SCT 5% sebesar 3,92 Mpa mengalami penurunan dari sebelum percampuran serbuk cangkang tiram pada mortar.

Hasil ini selaras dengan (Bunyamin dkk., 2021) bahwa pengujian kuat tarik beton normal pada umur 28 hari dengan FAS 0,40 kuat tarik beton serbuk cangkang tiram sebesar 5%, 10%, dan 15% mengalami penurunan, yaitu 3,61 MPa, 3,40 MPa, dan 3,16 MPa. Hal ini dikarenakan adanya penyerapan air yang sangat tinggi oleh limbah cangkang tiram pada saat proses pengadukan beton, sehingga semakin banyak jumlah limbah cangkang tiram di dalam beton, maka semakin kecil kuat tarik beton

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan mortar rata-rata FAS 0.5.

Variasi Mortar FAS 0,5	Luas (mm ²)	Umur Mortar	Kuat Tekan Rata- rata (Mpa)
MN	2500	28 Hari	19,88
MAAT 7%	2500	28 Hari	8,1
MAAT 9%	2500	28 Hari	6,54
MATT 11%	2500	28 Hari	5,23
MAAT 7% + SCT 5%	2500	28 Hari	6,54
MAAT 7% + SCT 10%	2500	28 Hari	3,27
MAAT 7% + SCT 15%	2500	28 Hari	2,94



Gambar 4.3: Grafik pengujian kuat tekan rata-rata mortar FAS 0.5.

Berdasarkan Gambar 4.3 menjelaskan hasil kuat tekan mortar variasi dengan FAS 0.5 diperoleh nilai kuat tekan rata rata pada MN (Mortar Normal) sebesar 19,88 MPa, nilai kuat tekan rata-rata MAAT 7% sebesar 8,11 MPa, kuat tekan rata rata MAAT 9% sebesar 6,54 MPa, dan nilai kuat tekan rata rata mortar MAAT 11% sebesar 5,23 MPa, maka didapat hasil optimal dari variasi mortar dengan campuran abu ampas tebu yang tertinggi yaitu di MAAT 7% sebesar 8,11 Mpa lebih kecil daripada MN sebesar 19,88 MPa.

Hal ini selaras dengan penelitian (Pranowo dkk., 2023) bahwa kuat tekan pada mortar dengan abu ampas tebu 9% dan 11% mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan yang relatif sama atau tidak signifikan daripada kuat tekan mortar campuran abu ampas tebu 7%. Penurunan ini diperkirakan disebabkan oleh ikatan antar agregat yang kurang kuat dan kurang homogen pada penggunaan abu ampas tebu diatas 7%. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu untuk pengganti semen dengan variasi campuran 7% merupakan campuran yang paling optimum pada campuran ini.

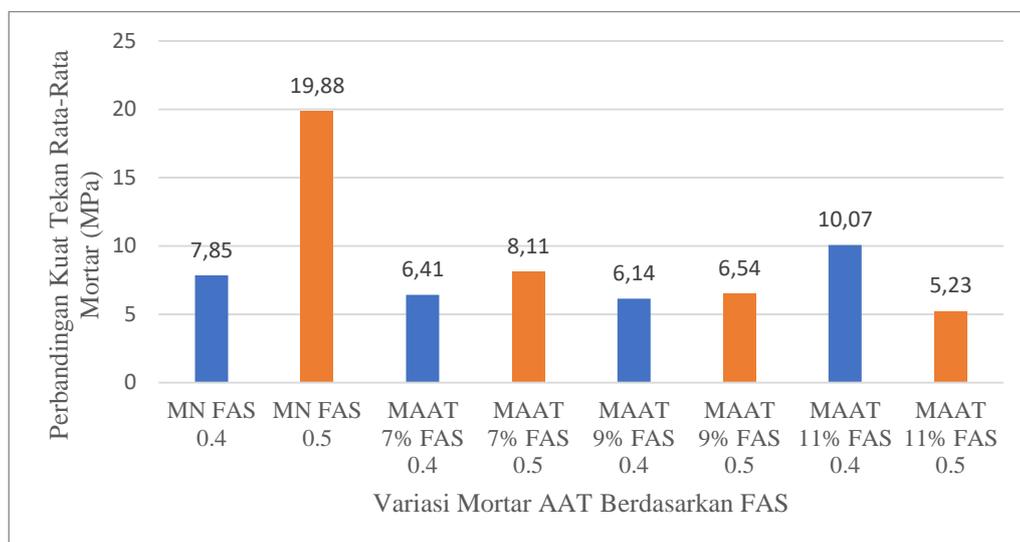
Sedangkan pada variasi campuran abu ampas tebu optimal ditambah serbuk cangkang tiram diperoleh nilai kuat tekan rata rata pada variasi dengan FAS 0.5 MAAT 11% + SCT 5% sebesar 6,54 MPa, nilai kuat tekan rata-rata MAAT 11% + SCT 10% sebesar 3,27 MPa, dan nilai kuat tekan rata-rata pada variasi MAAT 11% + SCT 15% sebesar 2,94 MPa, maka didapat hasil tertinggi dari variasi campuran

mortar abu ampas tebu dan serbuk cangkang tiram yaitu MAAT 7%+SCT 5% sebesar 6,54 MPa mengalami penurunan dari sebelum percampuran serbuk cangkang tiram pada mortar.

Hal ini selaras dengan penelitian (Bunyamin dkk., 2021) dikarenakan jumlah semen pada FAS 0,50 yang lebih sedikit dibandingkan jumlah semen pada FAS 0,40 sehingga semen yang bereaksi dengan air serbuk cangkang tiram 10% dan 15% mengalami penurunan dibandingkan dengan 5%, dikarenakan karena adanya penyerapan air yang sangat tinggi oleh limbah cangkang tiram pada saat proses pengadukan beton.

4.3.4 Hasil Perbandingan Pengujian Kuat Tekan Rata- Rata Mortar Pada FAS 0,4 Dan FAS 0.5

Hasil perbandingan pengujian kuat tekan rata-rata mortar AAT pada variasi FAS 0.4 dan FAS 0.5 dapat dilihat pada Gambar 4. 4.

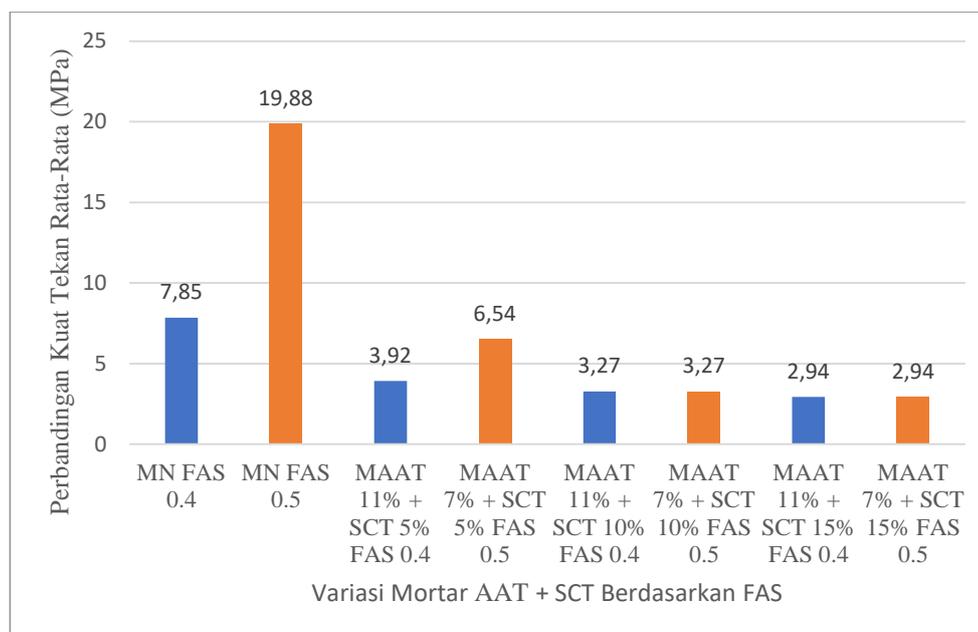


Gambar 4.4: Hasil perbandingan pengujian kuat tekan rata-rata mortar AAT pada FAS.

Berdasarkan Gambar 4.4 menjelaskan hasil perbandingan kuat tekan rata-rata mortar AAT pada FAS 0.4 dan 0.5 diperoleh nilai kuat tekan rata tertinggi terdapat di sampel MAAT 7% pada FAS 0,4 sebesar 6,41 MPa mengalami peningkatan pada FAS 0.5 sebesar 8,11 MPa, sampel MAAT 9% pada FAS 0,4 sebesar 6,14 MPa

mengalami peningkatan pada FAS 0.5 sebesar 6.54 MPa, sampel MAAT 11% pada FAS 0,4 sebesar 10.07 MPa mengalami peningkatan pada FAS 0.5 sebesar 5,23 MPa.

Hal ini selaras dengan penelitian (Pranowo dkk., 2023) bahwa penambahan persentase abu ampas tebu berpengaruh terhadap kadar air pada pengujian konsistensi normal. Semakin banyak abu ampas tebu, kadar air yang dibutuhkan semakin bertambah, karena abu ampas tebu menyerap air. Hal ini disebabkan karena semakin banyak substitusi abu ampas tebu yang ditambahkan dapat mengurangi kekuatan beton disebabkan lebih sedikit air yang digunakan untuk reaksi hidrasi. Dan abu ampas tebu yang ditambahkan mengalami reaksi pozzolan dengan karbon hidroksida tidak dapat tercampur secara sempurna.



Gambar 4.5: Hasil perbandingan pengujian kuat tekan rata-rata mortar AAT + SCT pada FAS.

Berdasarkan Gambar 4.5 menjelaskan hasil perbandingan kuat tekan rata-rata mortar AAT + SCT pada FAS 0.4 dan 0.5 terlihat bahwa penambahan serbuk cangkang tiram dalam mortar AAT optimal dengan persentase 5% memiliki peningkatan kuat tekan terhadap mortar pada FAS 0,4 sebesar 3,92 MPa dan FAS 0,5 sebesar 6,54 Mpa dibandingkan dengan penambahan SCT 10% dan SCT 15%.

Hal ini selaras dengan (Bunyamin dkk., 2021) bahwa kuat tarik belah beton normal maksimum serbuk cangkang tiram ke dalam beton 5% FAS 0,5 yaitu sebesar 4,02 MPa. Hal ini dikarenakan jumlah semen pada FAS 0,50 yang lebih sedikit dibandingkan jumlah semen pada FAS 0,40, sehingga semen yang bereaksi dengan air dan limbah cangkang tiram dapat tercampur secara homogen dan pengerjaan pencampuran mudah (workability) sehingga meningkatkan kuat tarik belah beton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan mortar menunjukkan bahwa sampel mortar dengan FAS 0.4 MN memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 7,85 MPa, MAAT 7% sebesar 6,41 MPa, MAAT 9% sebesar 6,14 MPa, dan MAAT 11% sebesar 10,07 MPa didapatkan hasil tertinggi campuran abu ampas tebu optimal di MAAT 11%. Pada FAS 0.5 sampel MN memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 19,88 MPa, MAAT 7% sebesar 8,11 MPa, MAAT 9% sebesar 6,54 MPa, dan MAAT 11% sebesar 5,23 MPa didapatkan hasil tertinggi campuran abu ampas tebu optimal di MAAT 7%.
2. Penambahan campuran serbuk cangkang tiram variasi FAS 0.4 terdapat hasil maximum di 5% pada sampel MAAT yang optimal 11% + SCT 5% sebesar 3,92 MPa, dibandingkan MAAT 11%+ SCT10% sebesar 3,27 Mpa, MAAT 11% + SCT 15% sebesar 2,94 MPa tetapi mengalami penurunan dibandingkan MN. sedangkan pada variasi FAS 0.5 MAAT yang optimal 7% + SCT 5% sebesar 6,54 MPa, MAAT 7%+ SCT 10% sebesar 3,27 MPa, MAAT 7% + SCT 15% 2,94 Mpa tetap mengalami penurunan dibandingkan mortar normal.

5.2 Saran

Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengembangan penggunaan AAT dan SCT sehingga dapat meningkatkan kuat tekan mortar dibandingkan mortar normal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang standar-standar dalam pengembangan AAT dan SCT sehingga dapat memenuhi nilai kuat tekan rencana pada mortar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyappan, K, 2018. Study on Structural Behavior of Oyster Shell Powder in Concrete. *Journal of Engineering and Applied Sciences*.
- Bunyamin, B., Hady, M., Hendrifa, N., & Syakir, A. (2023). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6104–6114.
<https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6073>
- Bunyamin, B., Hendrifa, N., & Ridha, M. (2021). Pengaruh Substitusi Cangkang Tiram Sebagai Pengganti Sebahagian Semen Dan Pasir Halus Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 272.
<https://doi.org/10.29103/tj.v11i2.486>
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *No Title 済無No Title No Title No Title*. 167–186.
- Fadiyah, A. N., & Murdiyoto, A. (2022). Kuat Tekan Mortar Dengan Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Halus. *Construction and Material Journal*, 4(2), 109–116. <https://doi.org/10.32722/cmj.v4i2.4751>
- Kurniawan, A. D., Zuraidah, S., & Sujatmiko, B. (2024). Pengaruh Penambahan Serat Roving Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah pada Campuran Mortar. *CONCRETE: Construction and Civil Integration Technology*, 2(4), 66–70. <https://doi.org/10.25139/concrete.v2i01.7786>
- Lomboan Felisa O, Kumaat Ellen, & Windah Reky. (2016). Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Beton Ringan dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 4(4), 271–278.
- Muhammad, P. (2020). *Kuat Tekan dan Kuat Tarik Mortar sebagai Bahan Graut dengan FAS Optimum Compression and Tension Strength of Mortar as Graut with Optimum W / C Ratio*. 10–23.

- Pajriyah, & Sulaeman. (2021). Nusantara Hasana Journal. *Nusantara Hasana Journal*, 1(11), 22–32.
<http://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/279>
- Pongajow, G., Satyarno, I., & Tjokrodinuljo, K. (2008). Pemanfaatan Batu “Ape” dari Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud sebagai Alternatif Bahan Bangunan. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 18(2), 832–839.
- Pramanda, H., Hady, M., Kurniasari, F. D., & ... (2024). Tinjauan Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Bahan Substitusi Serat Roving dan Cangkang Tiram. ... *Serambi Engineering*, IX(2), 9064–9074.
<https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/197%0Ahttps://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/download/197/167>
- Pranowo, D. D., Suryani, E., & Rahmadhani, C. P. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti Sebagian Semen Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 477–484.
<https://doi.org/10.54082/jupin.106>
- SNI 03-6825-2002. (2002). Sni 03-6825-2002. *Standar Nasional Indonesia Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, 6825.
- SNI 03-6882-2002. (2002). Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan. *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*, 9(2), 1–10.
www.tekmira.esdm.go.id/kp/informasiPertam
- SNI 15-2049-2004. (2004). Standar Nasional Indonesia SNI 15-2049-2004 Semen portland. *Journal of Nursing Measurement*, 10(1), 5–14.
- SNI 7394:2008. (2008). Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–29.

LAMPIRAN

No	Kegiatan	Bulan																									
		I				II				III				IV				V				VI					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1.	Persiapan Bahan	■	■																								
2.	Persiapan Alat			■																							
3.	Pemeriksaan Agregat Halus				■	■																					
4.	Pemeriksaan Abu Ampas Tebu					■																					
5.	Penetapan Proporsi (<i>Mix Design</i>) I						■																				
6.	Pembuatan Benda Uji							■																			
7.	Masa Perawatan (<i>Curing</i>) selama 28 hari									■	■	■	■														
8.	Pengujian Berat Jenis Mortar													■													
9.	Pengujian Kuat Tekan Mortar														■												
10.	Hasil Pengujian																										
11.	Pemeriksaan Abu Cangkang Tiram																										
11.	Penetapan Proporsi (<i>Mix Design</i>) II																										
12.	Pembuatan Benda Uji																										
13.	Masa Perawatan (<i>Curing</i>) selama 28 hari																		■	■	■	■					
14.	Pengujian Berat Jenis Mortar																						■				
15.	Pengujian Kuat Tekan Mortar																							■			
16.	Hasil Pengujian																							■			
17.	Analisa dan Kesimpulan																								■		
18.	Laporan Tugas Akhir																								■		

No.	Identitas Benda Uji	FAS	Sisi (mm)	Sisi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Benda Uji (G)	Tanggal		Umur Mortar (Hari)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata
							Cetak	Uji				
1	MN (1)	0.4	50	50	2.500	255	20-Feb-25	14-Apr-25	28	29,43	11,772	
2	MN (2)	0.4	50	50	2.500	245	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	7,848
3	MN (3)	0.4	50	50	2500	245	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	
1	MAAT 7% (1)	0.4	50	50	2500	260	20-Feb-25	14-Apr-25	28	16,677	6,6708	
2	MAAT 7% (2)	0.4	50	50	2500	260	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	6,4092
3	MAAT 7% (3)	0.4	50	50	2500	265	20-Feb-25	14-Apr-25	28	16,677	6,6708	
1	MAAT 9% (1)	0.4	50	50	2500	240	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	
2	MAAT 9% (2)	0.4	50	50	2500	240	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	6,1476
3	MAAT 9% (3)	0.4	50	50	2500	240	20-Feb-25	14-Apr-25	28	16,677	6,6708	
1	MAAT 11% (1)	0.4	50	50	2500	245	20-Feb-25	14-Apr-25	28	16,677	6,6708	
2	MAAT 11% (2)	0.4	50	50	2500	255	20-Feb-25	14-Apr-25	28	29,43	11,772	10,0716
3	MAAT 11% (3)	0.4	50	50	2500	265	20-Feb-25	14-Apr-25	28	29,43	11,772	
1	MAAT 11% + SCT 5% (1)	0.4	50	50	2500	225	28-Apr-25	16-Jun-25	28	9,81	3,924	
2	MAAT 11% + SCT 5% (2)	0.4	50	50	2500	220	28-Apr-25	16-Jun-25	28	9,81	3,924	3,924
3	MAAT 11% + SCT 5% (3)	0.4	50	50	2500	225	28-Apr-25	16-Jun-25	28	9,81	3,924	
1	MAAT 11% + SCT 10% (1)	0.4	50	50	2500	220	28-Apr-25	16-Jun-25	28	9,81	3,924	
2	MAAT 11% + SCT 10% (2)	0.4	50	50	2500	2225	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	3,27
3	MAAT 11% + SCT 10% (3)	0.4	50	50	2500	220	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	
1	MAAT 11% + SCT 15% (1)	0.4	50	50	2500	205	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	
2	MAAT 11% + SCT 15% (2)	0.4	50	50	2500	195	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	2,934
3	MAAT 11% + SCT 15% (3)	0.4	50	50	2500	185	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	

No.	Identitas Benda Uji	FAS	Sisi (mm)	Sisi (mm)	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (G)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata
							Cetak	Uji				
1	MN (1)	0.5	50	50	2.500	260	20-Feb-25	14-Apr-25	28	44,145	17,658	
2	MN (2)	0.5	50	50	2.500	265	20-Feb-25	14-Apr-25	28	46,107	18,4428	19,8816
3	MN (3)	0.5	50	50	2500	275	20-Feb-25	14-Apr-25	28	58,86	23,544	
1	MAAT 7% (1)	0.5	50	50	2500	260	20-Feb-25	14-Apr-25	28	16,677	6,6708	
2	MAAT 7% (2)	0.5	50	50	2500	250	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	8,1096
3	MAAT 7% (3)	0.5	50	50	2500	255	20-Feb-25	14-Apr-25	28	29,43	11,772	
1	MAAT 9% (1)	0.5	50	50	2500	255	20-Feb-25	14-Apr-25	28	19,62	7,848	
2	MAAT 9% (2)	0.5	50	50	2500	250	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	6,54
3	MAAT 9% (3)	0.5	50	50	2500	245	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	
1	MAAT 11% (1)	0.5	50	50	2500	240	20-Feb-25	14-Apr-25	28	9,81	3,924	
2	MAAT 11% (2)	0.5	50	50	2500	250	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	5,232
3	MAAT 11% (3)	0.5	50	50	2500	245	20-Feb-25	14-Apr-25	28	14,715	5,886	
1	MAAT 11% + SCT 5% (1)	0.5	50	50	2500	245	28-Apr-25	16-Jun-25	28	14,715	5,886	
2	MAAT 11% + SCT 5% (2)	0.5	50	50	2500	250	28-Apr-25	16-Jun-25	28	14,715	5,886	6,54
3	MAAT 11% + SCT 5% (3)	0.5	50	50	2500	250	28-Apr-25	16-Jun-25	28	19,62	7,848	
							28-Apr-25					
1	MAAT 11% + SCT 10% (1)	0.5	50	50	2500	250	28-Apr-25	16-Jun-25	28	9,81	3,924	
2	MAAT 11% + SCT 10% (2)	0.5	50	50	2500	260	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	3,27
3	MAAT 11% + SCT 10% (3)	0.5	50	50	2500	255	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	
1	MAAT 11% + SCT 15% (1)	0.5	50	50	2500	240	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	
2	MAAT 11% + SCT 15% (2)	0.5	50	50	2500	245	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	2,934
3	MAAT 11% + SCT 15% (3)	0.5	50	50	2500	245	28-Apr-25	16-Jun-25	28	7,3575	2,943	

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



L1 : Material agregat halus



L2 : Semen merdeka



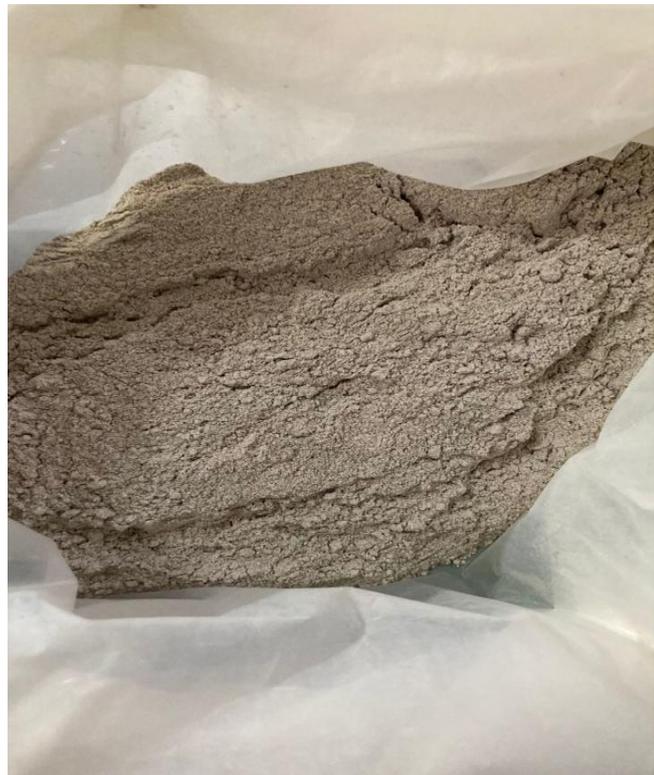
L3 : Ampas tebu



L4: Abu ampas tebu



L5: Cangkang tiram



L6: Serbuk cangkang tiram



L7: Benda uji agregat halus



L8: Benda uji agregat halus kering oven



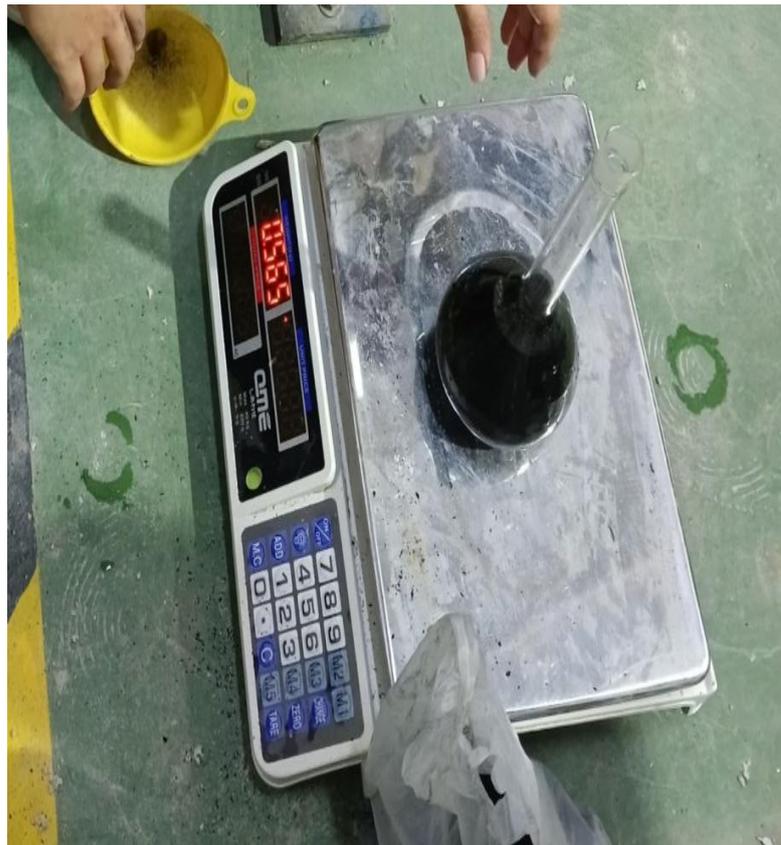
L8: Memanaskan piknometer yang telah berisi air dan agregat halus



L.9: Analisa saringan agregat halus



L10: Berat abu ampas tebu jenis curah kering oven



L11: Berat piknometer berisi air dan ampas tebu



L12: Serbuk cangkang tiram lolos ayakan saringan No. 100



L13: Pengadukan komposisi bahan campuran mortar



L14: Menuangkan komposisi bahan campuran mortar kedalam cetakan



L15: Memadatkan komposisi bahan campuran mortar dalam cetakan



L16: Benda uji mortar dalam cetakan



L17: Benda uji mortar keluar dari cetakan



L18: Penimbangan benda uji keluar dari rendaman



L19: Perawatan mortar direndam 28 hari



L20: Pengujian kuat tekan morta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Putri Dewi Nirwana
Nama Panggilan : Putri
Agama : Islam
Tempat/Tanggal Lahir : Dumai, 17 Desember 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Karya Bakti, Kota Medan.
No.HP/Telp.Seluler : 081275626182
E-mail : putridwi.pd02@gmail.com
Nama Ayah : Hamzah Lubis
Nama Ibu : Hotma Waty

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 2107210105
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl.Kapten Muchtar Basri BA, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan Tamatan Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SDN 019 KOTA DUMAI	2015
2	MTSN 1 KOTA DUMAI	2018
3	SMAN 1 KOTA DUMAI	2021

