

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGUJIAN ABU SEKAM PADI DAN PENAMBAHAN SIKAFUME TERHADAP UJI KUAT TARIK BETON DAN PERENDAMAN

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

Disusun Oleh :

Budi Andika Pratama
2107210018



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Budi Andika Pratama

NPM : 2107210018

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Pengujian Abu Sekam Padi dan Penambahan Sikafume Terhadap Uji Kuat Tarik Beton dan Perendaman

Bidang Ilmu : Struktur

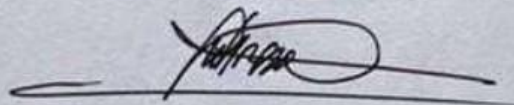
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Medan, April 2026

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Budi Andika Pratama

NPM : 2107210018

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Pengujian Abu Sekam Padi dan Penambahan Sikafume Terhadap Uji Kuat Tarik Beton dan Perendaman

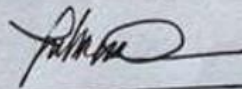
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, April 2026

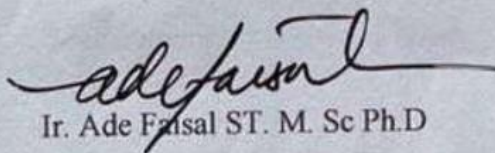
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc., Ph.D.

Dosen Pembimbing I



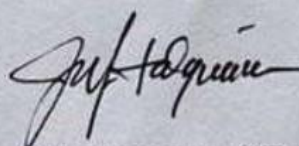
Ir. Ade Faisal ST. M. Sc Ph.D

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida ST. MT

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budi Andika Pratama
Tempat/ Tanggal Lahir : Galang Suka, 11 Februari 2004
NPM : 2107210018
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya ,bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

"Pengaruh Pengujian Abu Sekam Padi dan Penambahan Sikafume Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Beton dan Perendaman".

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

Bila kemungkinan hari diduga kuat ada tidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik Diprogram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2026

yang menyatakan,



Budi
Andika Pratama
2107210018

ABSTRAK

PENGARUH PENGUJIAN ABU SEKAM PADI DAN PENAMBAHAN SIKAFUME TERHADAP UJI KUAT TARIK BETON DAN PERENDAMAN

Budi Andika Pratama

2107210018

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc., Ph.D.

Sisa pembakaran sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga memberikan sifat pozolanik yang baik pada abu sekam padi jika dimanfaatkan sebagai bahan tambah parsial pada semen, terutama untuk memperbaiki daerah transisi antara agregat dengan pasta semen di dalam beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah Abu Sekam Padi dan bahan tambah Sikafume terhadap karakteristik mekanis beton, khususnya kuat tarik belah. Metode penelitian yang digunakan adalah studi eksperimental dengan total 21 benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Variasi campuran yang diuji meliputi penggunaan abu sekam padi sebesar 2,5%, dan 5% serta penambahan Sikafume sebesar 0,4%, 0,5% dan 1,5% dari berat semen. Perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 7656:2012 dengan kuat tekan rencana 25 Mpa. Sedangkan perhitungan kuat tarik belah menggunakan SNI 2491:2012. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan abu sekam padi dan *sika fume* sebagai bahan tambah beton normal sangat berpengaruh dalam meningkatkan kuat tarik belah. Pada pengujian kuat tarik belah dengan mutu rencana 25 Mpa, penggunaan komposisi optimal didapat pada variasi BASP SF 3 dengan kadar abu sekam padi 5% dan sikafume 0,5% mampu meningkatkan kuat tarik belah sebesar 2,028 Mpa sehingga hasil ini cukup membuktikan bahwa penggunaan abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tarik belah dengan cukup signifikan. Sedangkan penurunan kuat tarik belah terjadi pada variasi BASP SF2 dengan kadar abu sekam padi 5% dan Sikafume 0.4% dengan kuat tarik sebesar 0,849 Mpa.

Kata kunci: Beton, Abu Sekam Padi, Sikafume, Kuat Tarik Belah

ABSTRACT

THE EFFECT OF TESTING RICE HUSH ASH AND THE ADDITION OF SIKAFUME ON CONCRETE TENSILE STRENGTH AND IMMERSION TEST

Budi Andika Pratama
2107210018
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc., Ph.D.

Rice hush ash has a high silica content, which imparts good pozzolanic properties to rice hush ash when as a partial additive in cement, especially to improve the transition zone between aggregates and cement paste in concrete. This study aims to determine the effect of using rice husk ash waste and sikafume additive on the mechanical characteristics of concrete, particularly the splitting tensile strength. The research method used is an experimental study with a total of 21 cylindrical test specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The mixture variations tested include the use of rice husk ash at 2,5% and 5%, as well as the addition of sikafume at 0,4%, 0,5% and 1,5% of the cement weight. The calculation of the concrete mixture planning uses SNI 7656:2012 with a design compressive strength of 25 Mpa. While, the calculation of split tensile strength uses SNI 2491:2012. The results show that the use of rice husk ash and sikafume as normal concrete admixture is very influential in increasing split tensile strength. In the split tensile strength test with a design quality of 25 Mpa, the use of the optimal composition was obtained in the BASP 3 variation with a rice husk ash content of 5% and 0,5% sikafume able to increase the split tensile strength by 2,028 Mpa so that these results are sufficient to prove that the use of rice husk ash can increase the split tensile strength quite significantly. While the decrease in split tensile strength occurred in the BASP SF2 variation with rice husk ash content of 5% and 0,4% sikafume with a tensile strength of 0,849 Mpa.

Keywords: Concrete, Rice Husk Ash, Sikafume, Split Tensile Strength

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul " Pengaruh Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Dan Sikakum Pada Beton Penyerapan" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., MSc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dukungan serta semangat hingga selesainya Tugas Akhir ini dan selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Ade Faisal S.T, M.Sc Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak membantu serta memberikan saran perbaikan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera.
5. Seluruh Dosen dan Pegawai Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara khususnya Program Studi Teknik Sipil.
6. Kepada orang tua dan keluarga, yang tidak pernah berhenti mendoakan dan mendukung kami dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Sahabat yang tidak mungkin saya lupakan " Serigala Terakhir" (Fani, Wahyuda, Iwan, Nizar, ryandy) yang telah memberikan support, membantu dan bekerjasama sama sampai terselesainya tugas akhir ini.

Meskipun saya selaku pelaksanaan tugas akhir ini telah berusaha semaksimal

mungkin, tetapi saya yakin laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu saya sangat mengharapkan segala masukan baik saran maupun kritik demi lebih sempurnanya kinerja saya selaku pelaksanaan tugas akhir di masa yang akan datang. Akhir kata saya mengucapkan terimah kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, April 2026

Penulis

(Budi Andika Pratama)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
	defined.
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Pengertian Beton	5
2.3 Material Penyusun Beton	6
2.4 Bahan Tambah	6
2.4.1 Abu Sekam Padi	6
2.4.2 Sikafume	7
BAB 3 METODE PENELITIAN	8
3.1 Lokasi Penelitian	8
3.2 Metode Penelitian	8
3.3 Tahapan Penelitian	8
3.2.1 Diagram Alir	10
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	12
3.4 Sumber Data dan Pengambilan Data	12

3.4.1 Data Primer	12
3.4.2 Data Sekunder	12
3.5 Alat dan Bahan	13
3.5.1 Peralatan	13
3.5.2 Bahan	14
3.6 Persiapan Bahan Tambah	14
3.7 Tahapan Pemeriksaan Agregat	14
3.7.1 Persiapan Bahan-bahan Dasar	14
3.7.2 Analisa Saringan Agregat	15
3.7.3 Kadar Air	15
3.7.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	15
3.7.5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	16
3.7.6 Berat Isi Agregat	16
3.7.7 Kadar Lumpur	17
3.7.8 Perencanaan Campuran Beton	17
3.7.9 Mix Desain	18
3.7.10 Pembuatan Benda Uji	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Umum	22
4.2 Pemeriksaan Agregat Halus	22
4.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	22
4.2.2 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	25
4.2.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	25
4.2.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	26
4.2.5. Pengujian Berat Isi Agregat Halus	27
4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar	28
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	28
4.3.2 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	31
4.3.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
4.3.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	32
4.3.5 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	34
4.4 Pemeriksaan Abu Sekam Padi	35

4.5 Perencanaan Campuran Beton	36
4.5.1 Langkah – Langkah Perhitungan Mix Desain	37
4.6 Kebutuhan Material	43
4.7 Hasil Pengujian Nilai Slump	48
4.8 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji	19
Tabel 4.1 Hasil Analisis Saringan Agregat Halus	24
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	25
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	25
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	26
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	27
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	28
Tabel 4.7 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	31
Tabel 4.8 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	32
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	32
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	35
Tabel 4.11 Pengujian Abu Sekam Padi	35
Tabel 4.12 Data - data Hasil Tes Agregat	36
Tabel 4.13 Data - data Hasil Tes Agregat	37
Tabel 4.14 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah	38
Tabel 4.15 Hubungan antara rasio air - semen (w/c) atau rasio air - bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton	39
Tabel 4.16 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	40
Tabel 4.17 Perkiraan awal beton segar	40
Tabel 4.18 Perbandingan berat bahan	42
Tabel 4.19 Rekapitulasi Kebutuhan Bahan Untuk Satu Benda Uji	48
Tabel 4.20 Nilai Slump Test	49
Tabel 4.21 Data Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari	49
Tabel 4.22 Hasil pengujian kuat tarik belah beton	53
Tabel 4.23 Rata-rata Kuat Tarik Belah Beton Tiap Variasi	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	10
Gambar 3.2 Bahan-bahan Benda Uji	11
Gambar 3.3 Ilustrasi dimensi benda uji	20
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus	24
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar	29
Gambar 4.3 Persentase nilai kuat tarik belah beton semua variasi	54

DAFTAR NOTASI

A	: Luas penampang beton
AAT	: Abu ampas tebu
AH	: Agregat Halus
AK	: Agregat Kasar
ASP	: Abu Sekam Padi
BJ	: Berat Jenis
BN	: Beton Normal
Cm	: Centimeter
d	: Diameter
Fas	: Faktor air semen
Fct	: Kuat Tarik belah beton rata-rata
Gr	: Gram
Kg	: Kilogram
Kn	: Kilo Newton
M	: Margin
m	: Meter
SD	: Standar Deviasi
SF	: Sikafume
SNI	: Standar Nasional Indonesia
MHB	: Modulus Halus Butir
mm	: Milimeter
MPa	: Mega Pascal
N	: Newton
P	: Besar Beban Tekan
SSD	: Saturated Surface Dry
t	: Tinggi
W	: Weight

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam bidang konstruksi terus mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan perkembangan zaman yang semakin berkembang, sehingga banyaknya tuntutan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang terus maju, seperti bangunan gedung-gedung bertingkat tinggi, jembatan dengan bentang panjang dan lebar, tower dan fasilitas lainnya. Struktur demikian membutuhkan peningkatan mutu beton salah satunya dengan langkah menambahkan serat pada beton segar, maka dipilihlah bahan tambah serat bendrat yang mudah diperoleh dan bisa dibeli dalam bentuk kawat yang bertujuan meningkatkan kekuatan pada beton. Abu sekam padi merupakan limbah pertanian yang cukup melimpah di Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal. Abu sekam padi memiliki kandungan silica yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan untuk pembuatan beton.(Putra 2016)(Ahda & Zulkarnain, 2024)

Tuntutan utama dalam membuat campuran beton pada dasarnya adalah mengenai kekuatan beton, workability, keawetan dan harga yang cukup ekonomis. Ada beberapa cara untuk meningkatkan kekuatan beton, diantaranya dengan pemberian bahan tambah yang dinilai mempunyai harga yang ekonomis dan diprediksikan dapat meningkatkan sifat mekanis beton yakni kuat tekan, kuat lentur dan elastisitas beton.(Dewi,2024)

Sekam, yang juga dikenal sebagai limbah penggilingan, akan dipisahkan dari bulir beras selama proses penggilingan. Sekam padi jarang digunakan karena sifatnya yang abrasif, kerapatan yang rendah, nilai gizi rendah, dan kandungan abu yang tinggi. Diperlukan tempat penimbunan yang sangat besar untuk sekam padi, sehingga sekam padi biasanya dihanguskan untuk mengurangi isinya. Apabila sekam padi tidak dimanfaatkan, maka akan memicu masalah alam yaitu iklim.(Fahrizal,2024)

Penumpukan limbah merupakan isu lingkungan yang masih banyak ditemui di tengah masyarakat. Penumpukan yang terjadi pada limbah diakibatkan oleh pengolahan limbah yang kurang optimal. Salah satu jenis limbah yang paling banyak ditemui adalah limbah pertanian, terutama di daerah pedesaan. Limbah pertanian merupakan limbah yang berasal dari sisa hasil produksi produk pertanian, contohnya adalah sekam padi dan abu sekam padi (ASP). (Farhan, 2023)

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah pada Tugas Akhir ini:

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan sikafume terhadap kuat Tarik beton pada umur 28 hari?
2. Berapakah komposisi campuran yang optimal untuk mengetahui nilai kuat tarik terbaik selama perendaman 28 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah Tujuan Penelitian pada Tugas Akhir ini:

1. Untuk mengetahui seberapa kuat beton dengan bahan tambahan tersebut.
2. Untuk mengetahui komposisi campuran yang optimal mengetahui nilai kuat tarik terbaik selama perendaman 28 hari.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat maka ruang lingkup penelitian diberi batasan penelitian yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini meninjau kuat tarik belah beton.
4. Persentase abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,5% dan 5%.

5. Persentase sikafume yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,4%, 0,5% dan 1,5% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
6. Jumlah seluruh benda uji 21 buah.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menurunkan dampak lingkungan terhadap abu sekam padi.
2. Penulis dapat mengetahui seberapa kuat menggunakan bahan tambahan abu sekam padi.
3. Mengetahui hal-hal yang harus diperhatikan saat perencanaan sehingga kegagalan struktur dapat dihindari.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir atau skripsi ini terdiri dari lima bab yang direncanakan dan diharapkan dapat dijelaskan perihal topik bahasan yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan, ruang lingkup pembahasan, tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori tentang bangunan struktur bertingkat banyak.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil pembahasan analisis desain dan kinerja struktur.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi Kesimpulan sesuai analisis terhadap studi literatur dan berisi saran untuk pengembangan lebih lanjut yang baik dimasa yang akan datang.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pada penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka yang diperoleh dari beberapa jurnal dan penelitian sebelumnya yang membahas dan meneliti tentang pengaruh penambahan abu sekam padi dan sikafume terhadap kuat tarik belah beton. Berikut adalah penelitian sejenis yang digunakan sebagai tinjauan pustaka penelitian ini.

1. Abu sekam padi (ASP) adalah limbah organik yang merupakan produk dari proses pembakaran sekam padi yang produksinya cukup banyak dinegara indonesia. Sisa pembakaran sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi, yaitu 94 – 97 %. Kandungan oksida silika (SiO_2) yang tinggi memberikan sifat pozzolanik yang baik pada abu sekam padi jika dimanfaatkan sebagai bahan tambah parsial pada semen, terutama untuk memperbaiki daerah transisi antara agregat dengan pasta semen di dalam beton. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penambahan pozzolan silica sebesar 0,05% dan 0,10% dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dari 56,74 Mpa menjadi 56,74 Mpa, akan tetapi pada penambahan 0,15% nilai kuat tekan beton turun menjadi 55,56 Mpa. (Isa et al., 2024)
2. Hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah sica fume seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Hasil yang didapat beton yang diberi sica fume memiliki kuat tekan yang lebih baik dari beton normal.(Zulkarnain dkk., 2021)
3. Rahman (2008) melaksanakan penelitian mengenai pengaruh abu sekam padi sebagai material pengganti semen pada campuran beton *self-compacting concrete* terhadap kuat tekan dan porositas beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain proporsi campuran penggunaan abu sekam padi pada beton SCC. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0% ASP + 1,2% *superplastizier*, 6% ASP + 0,95% *superplastizier*, 9% ASP + 0,99% *superplastizier*, dan 12% ASP + 1,15% *superplastizier*. Benda uji yang

digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 30 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji yang telah berumur 28 hari. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini, untuk desain proporsi campuran beton SCC dengan penggunaan variasi abu sekam padi sebagai pengganti material semen pada variasi 9% ASP + 0,99% *superplastizier*, didapatkan nilai kuat tekan optimum yaitu sebesar 25,65 MPa dan porositas sebesar 0,18%. Disamping itu, penggunaan abu sekam padi sebesar 9% dengan penambahan *superplastizier* 0,99% menurunkan nilai dari kuat tekan sebesar 25,65 MPa yang cukup jauh apabila dibandingkan dengan hasil kuat tekan pada beton konvensional sebesar 34,14 MPa.

4. Nugraha (2017), melakukan penelitian pengaruh penggunaan bahan tambah *sika fume* terhadap kuat tekan *self-compacting concrete* yang menggunakan *superplastizier visocrete 3115N* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sikafume pada rentang 0% sampai 5% dan penggunaan *ssuperplastizier visocrete 3115N* terhadap kuat tekan serta karakteristik beton SCC. Sampel benda uji dibuat berdasarkan variasi yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% serta ditambahkan juga *superplastizier visocrete 3115N* sebanyak 0,9% dari berat semen. Sampel beton diuji setelah berumur 28 hari dengan kuat tekan rencana sebesar 43 MPa. Nilai optimum penambahan sikafume pada campuran beton SCC terdapat pada penambahan sikafume sebesar 3% dari berat semen yang memberikan performa optimal beton dengan kuat tekan sebesar 50,54 MPa.

2.2 Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti

batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Beton merupakan bahan dari campuran antara Portland cement, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

2.3 Material Penyusun Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari semen, air dan agregat campuran (halus dan kasar) ataupun juga bisa dengan menambahkan bahan tambahan (admixture) dalam perbandingan tertentu. Bahan penyusun beton yang baik dapat menghasilkan kualitas beton yang baik pula.

2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan material yang dimasukkan ke dalam campuran beton sebelum proses pencampuran dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat atau karakteristik beton. Bahan tambah berfungsi untuk mengubah sifat-sifat beton sehingga lebih sesuai untuk pekerjaan tertentu dan juga dapat mengurangi biaya (Mulyono, 2004). Adapun bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.4.1 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan sisa pembakaran sekam padi yang biasanya digunakan pada pembuatan batu bata. Hasil pembakaran sekam padi menghasilkan abu sekam padi yang mengandung senyawa silika. Reaksi antara silika (SiO_2) yang terdapat dalam abu sekam padi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang dihasilkan dari hidrasi semen dapat menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH). Kalsium silikat hidrat (CSH) dapat meningkatkan kekuatan beton (Lubis, 2004).

Proses kimia yang berlangsung pada pengikatan dan pengerasan beton

bergantung pada ketersediaan air. Meskipun pada kondisi normal, air cukup tersedia untuk hidrasi selama pencampuran, namun perlu dipastikan bahwa terdapat air yang masih terperangkap atau jenuh untuk memastikan kelanjutan proses kimia tersebut. Menurut Farhan dkk. (2023), penggunaan abu sekam padi dalam pencampuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton pada variasi penggunaan abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen.

2.4.2 Sikafume

Sika fume ialah bahan tambah mineral (*silica fume*) berupa bubuk halus berukuran 1/100 dari ukuran semen dan mengandung SiO₂. *Sika fume* memegang peranan utama terhadap pengaruh sifat kimia dan mekanik dari beton. *Sika fume* merupakan salah satu produk dari PT Sika Indonesia yang digunakan untuk campuran beton dan mortar. Pada data teknis PT Sika Indonesia, keunggulan *sika fume* adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan durabilitas beton.
2. Meningkatkan kuat tekan beton.
3. Meningkatkan ketahanan terhadap abrasi.
4. Kekuatan awal dan akhir yang sangat tinggi.
5. Pori yang terdapat pada beton akan terisi oleh partikel *sika fume* yang sangat kecil, sehingga dapat mengurangi permeabilitas.

Sika fume sangat efektif digunakan pada beton SCC karena mampu menciptakan beton yang memiliki kuat tekan tinggi dan dapat meningkatkan kemampuan alir pada beton. *Sika fume* memiliki ukuran yang lebih kecil daripada butiran semen, yaitu sebesar 0,1 mikron dan diyakini dapat mengisi celah pada campuran beton sehingga mengurangi rongga udara dan meningkatkan kepadatan beton.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Beton Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang beralamat di Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan Sumatera Utara.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental. Yang dilakukan dilaboratorium beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Campuran beton normal dalam penelitian ini menggunakan semen portland, agregat halus yaitu pasir, agregat kasar yaitu kerikil, dan air bersih. Sedangkan pengaruh beton dalam penelitian ini menggunakan material semen portland, pasir, kerikil, air bersih dan Abu Sekam Padi. Kemudian abu sekam padi dicampur ke dalam beton dengan persentasi variasi 2,5% dan 5% terhadap semen. Serta dengan penambahan bahan kimia sikafume dengan persentase 0,4%, 0,5% dan 1,5%. Untuk pembuatan beton normal, disesuaikan dengan perhitungan mix design berdasarkan SNI 7656-2012 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan Abu Sekam Padi terhadap kekuatan tarik beton dengan metode Self-Compacting Concrete (SCC):

1. Persiapan

Persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji beton (Agregat kasar, Agregat halus, Semen Portland dan

Air) yang akan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan

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

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada (SNI 7656:2012). Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut :

- a. Pembuatan adonan beton
- b. Pengujian Slump Flow
- c. Pengujian V-Funnel
- d. Pengecoran ke dalam silinder beton
- e. Pelepasan benda uji dari silinder beton

5. Pengujian

Beton Pada tahapan ini dilakukan pengujian kuat tarik dan perendaman beton.

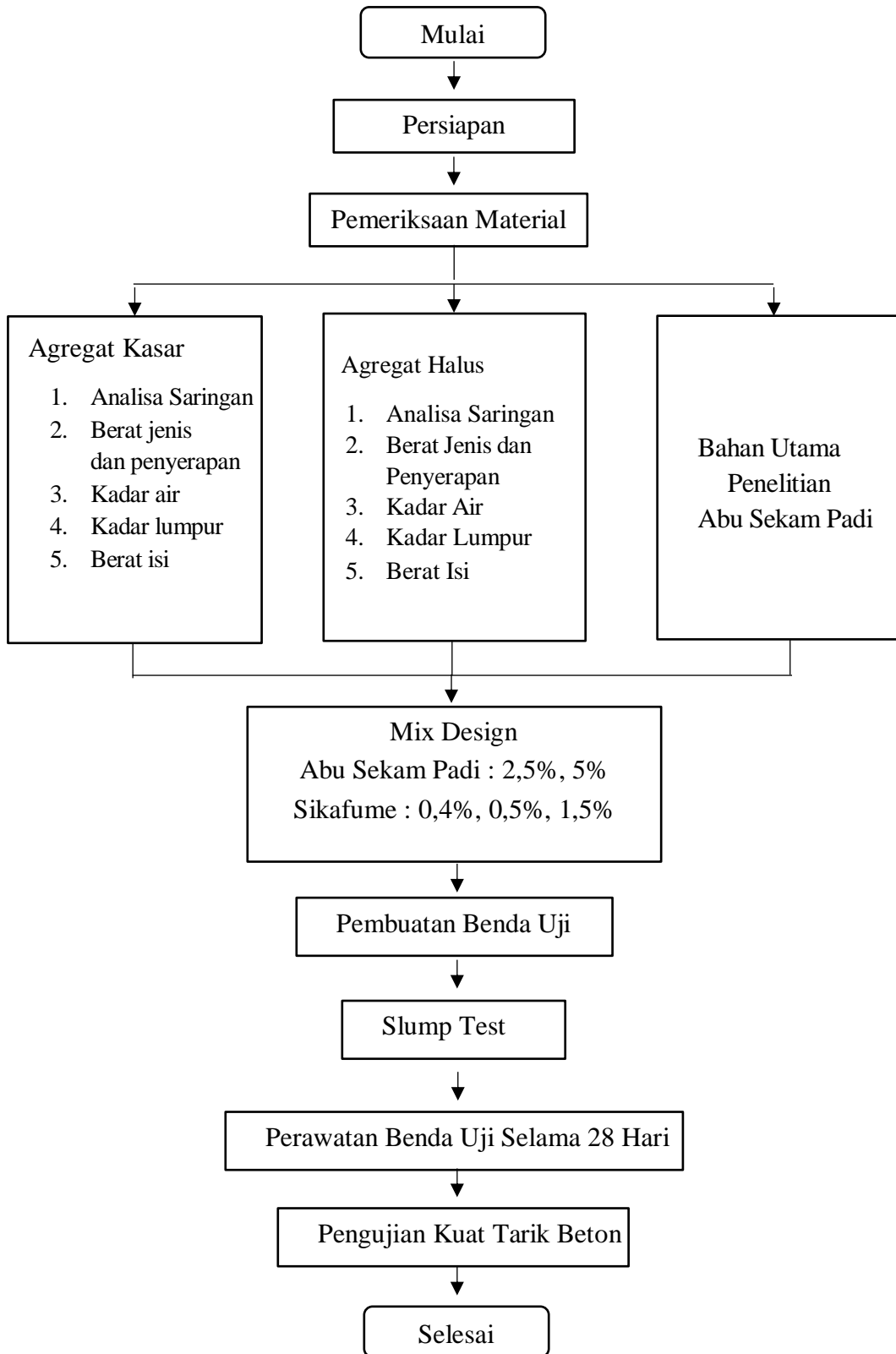
6. Analisis Data dan Pembahasan

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

7. Penarikan Kesimpulan

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

3.2.1 Diagram Alir



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, penggunaan bahan alami dalam hal ini zeolite (Gambar 1) akan memberikan reaksi pozzolanik sehingga akan meningkatkan kuat desak beton. Reaksi pozzolanik ini sering disebut sebagai reaksi sekunder. (Fahrizal Zulkarnain, Amar Azhari Batubara)



Bahan Zeolit alami



Pengujian slump flow beton SCC



Serat agave sisalana untuk campuran beton

Gambar 3.2: Bahan-bahan Benda Uji

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan benda uji berdasarkan pada EFNARC (2005) yang dibuat menggunakan faktor air semen (fas) 0,43 dan 0,45. Benda uji disiapkan dengan penambahan 4 variasi zeolite yaitu 0%, 3%, 7% dan 11% dari berat agregat halus dengan serat sisal (agave sisalana) 0,005% dari berat semen (Gambar 2). Superplasticizer yang digunakan adalah viscocrete 3115N dari PT. Sika Indonesia dengan dosis 0,9% dari berat binder atau bahan pengikat dalam campuran beton. (Fahrizal Zulkarnain, Amar Azhari Batubara)

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk pengerjaan pembuatan beton dan uji kuat tarik belah beton.

3.4 Sumber Data dan Pengambilan Data

Adapun data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui pengujian di Laboratorium. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dan dapat ditemukan dalam buku atau sumber lainnya.

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C 136: 2012).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127:2004).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C 128:2004).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (ASTM C 29:2004).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (ASTM C 566:2004).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (ASTM C 117:2004).
7. Perencanaan campuran beton (mix design) (EFNARC 2005).
8. Pembuatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
9. Uji Slump Flow (EFNARC 2005).
10. Uji L-Shape box / L-Box (EFNARC 2005).
11. Uji V-Funnel (EFNARC 2005).
12. Uji kuat tarik belah beton (SNI 2491:2014).

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku atau artikel yang berhubungan dengan teknik beton. Beberapa referensi dalam pembuatan beton

seperti buku SNI dan ASTM (American Society For Testing And Materials). Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.5 Alat dan Bahan

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

3.5.1 Peralatan

1. Peralatan material
 - a. Satu set saringan agregat halus dan kasar
 - b. Timbangan digital
 - c. Plastik ukuran 10
2. Peralatan pembuatan beton
 - a. Pan
 - b. Ember
 - c. Satu set alat Slump Flow
 - d. Satu set alat L-Shape box / L-Box
 - e. Satu set alat V-Funnel
 - f. Skop tangan
 - g. Skrap
 - h. Tabung ukur
 - i. Sarung tangan
 - j. Cetakan silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm
 - k. Vaseline
 - l. Kuas pengaduk
 - m. Mesin pengaduk beton
3. Alat penguji tarik belah beton

3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan beton yaitu:

1. Semen

Semen yang dipakai pada penelitian ini ialah semen padang tipe 1 PPC (Portland Pozolan Cemen).

2. Agregat Halus

Agregat halus yang dipakai pada penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Binjai.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari Binjai.

4. Air

Air yang dipakai pada penelitian ini berasal dari PDAM Tirtanadi.

5. Abu Sekam Padi

Abu Sekam Padi yang digunakan dalam penelitian ini dibakar sampai halus dalam kondisi kering.

3.6 Persiapan Bahan Tambah

Sebelum melakukan pencampuran beton, ada bahan tambah yang harus dipersiapkan terlebih dahulu yaitu abu pembakaran sekam padi dan sikafume.

3.7 Tahapan Pemeriksaan Agregat

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan beberapa tahapan pengujian terhadap material dan bahan dengan metode yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

3.7.1 Persiapan Bahan-bahan Dasar

Pengujian diawali dengan membersihkan material dari kotoran seperti lumpur sehingga terhindar dari unsur-unsur organik yang mengurangi kualitas beton, dan

dilakukan penjemuran pada material yang basah.

3.7.2 Analisa Saringan Agregat

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI ASTM C136:2012), Standar ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian analisis saringan.

Pengujian dilakukan dengan cara penyiapan contoh uji, penimbangan, pengeringan, dan penyaringan. Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase material yang tertahan pada setiap saringan, persentase total dari material yang lolos setiap saringan, dan persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, serta indeks modulus kehalusan.

3.7.3 Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk pengaruh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan agregat setelah dikeringkan maka semakin banyak kandungan air didalam agregat atau sebaliknya. Agregat yang basah akan membuat adonan beton juga menjadi basah.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat contoh SSD dan berat wadah} &= W1 \\ \text{Berat contoh kering oven dan berat wadah} &= W2 \\ \text{Berat wadah} &= W3 \\ \text{Berat air} &= W1 - W2 \\ \text{Kadar air} &= \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \end{aligned}$$

3.7.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan berat jenis sangat penting untuk campuran beton hal ini digunakan untuk menentukan rasio air semen dalam campuran beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127. Dengan rumus sebagai berikut.

Berat contoh SSD = A

Berat contoh SSD kering oven (100°) = B

Berat contoh didalam air = C

Berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan berat jenis sangat penting untuk campuran beton hal ini digunakan untuk menentukan rasio air semen berisi dalam campuran beton.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128. Dengan rumus sebagai berikut:

Berat contoh SSD = B

Berat contoh SSD kering oven (110°) = E

Berat piknometer jenuh air = D

Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air = C

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

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

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

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

3.7.6 Berat Isi Agregat

Pemeriksaan berat isi bertujuan untuk mencari berat dan volume agregat dalam satu cetakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tingginya 30 cm.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dengan rumus sebagai berikut:

Berat agregat + wadah = A

Berat wadah = B

Berat contoh = A - B

$$\begin{aligned} \text{Volume wadah} &= C \\ \text{Berat isi} &= \frac{A-B}{C} \end{aligned}$$

Hasil dari percobaan telah harus memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.7.7 Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung di agregat, kandungan lumpur yang berlebihan akan membuat ikatan antar semen menjadi rapuh sehingga kuat tekan rencana tidak tercapai.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat contoh kering} &= A \\ \text{Berat contoh kering setelah dicuci} &= B \\ \text{Berat kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci} &= A - B \\ \text{Persentase kotoran agregat lolos saringan No. 200 setelah dicuci} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \end{aligned}$$

Jumlah persentase tersebut harus memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$.

3.7.8 Perencanaan Campuran Beton

Karena tidak adanya SNI yang membahas tentang pembuatan beton SCC, maka dalam penelitian ini cara untuk menentukan proporsi campuran beton SCC berpedoman pada jurnal (Su et al., 2001). Cara menentukan proporsi campuran beton SSC sebagai berikut:

1. Langkah Pertama menentukan jumlah agregat kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$W_g = PF \times W_{gL} \times \left(1 - \frac{S}{\alpha}\right)$$

Dimana:

W_g = Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m^3)

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1,12)

W_{gL} = Berat isi agregat kasar (Kg/m^3)

$\frac{s}{\alpha}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus

- Langkah kedua menentukan jumlah agregat halus dengan rumus sebagai berikut:

$$W_s = PF \times W_{sL} \times \left(\frac{s}{\alpha}\right)$$

Dimana:

W_s = Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk beton SCC (Kg/m^3)

PF = Faktor kerapatan agregat (diasumsikan 1,12)

W_{sL} = Berat isi agregat halus (Kg/m^3)

$\frac{s}{\alpha}$ = Perbandingan antara agregat kasar dan halus

- Langkah ketiga menentukan jumlah semen dengan rumus sebagai berikut:

C = rentang (400-600)

Dimana:

C = Menurut EFNARC jumlah semen yang dibutuhkan 400-600 (Kg/m^3)

- Langkah keempat menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk beton SCC dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{W}{C} \times C$$

Dimana :

W = Jumlah air yang dibutuhkan untuk semen (L/m^3)

W/C = Faktor air semen yang direncanakan

C = Jumlah semen (Kg/m^3)

3.7.9 Mix Desain

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (mix design). Hal ini dimaksudkan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain : 1) Metode American Concrete Institute 2) Portland Cement Association 3) Road note no.4 4) British

standard department of engineering 5) Departemen pekerjaan umum (Suhendra & Fadlan, 2022)

Tabel 3.1: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.

No	Kode Benda Uji	semen	Agregat Kasar	Agregat Halus	Abu Sekam Padi (ASP)	Sikafume (SF)	Jumlah Sampel
1	BASP 1	100%	100%	100%	0%	0%	3
2	BASP 2	99,5%	100%	100%	0%	0,5%	3
3	BASP 3	96%	100%	100%	2,5%	1,5%	3
4	BASP SF 1	94,6%	100%	100%	5%	0,4%	3
5	BASP SF 2	94,5%	100%	100%	5%	0,5%	3
6	BASP SF 3	93,5%	100%	100%	5%	1,5%	3
7	BASP SF 4	98,5%	100%	100%	0%	1,5%	3
Jumlah							21

Keterangan :

BASP 1 : Beton dengan abu sekam padi 0% dan sikafume 0%

BASP 2 : Beton dengan abu sekam padi 0 % dan sikafume 0,5%

BASP 3 : Beton dengan abu sekam padi 2,5 % dan sikafume 1,5%

BASP SF1 : Beton dengan abu sekam padi 5 % dan sikafume 0,4%

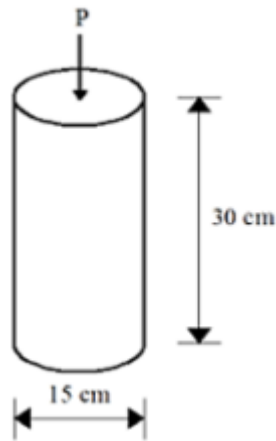
BASP SF 2 : Beton dengan abu sekam padi 5 % dan sikafume 0,5%

BASP SF 3 : Beton dengan abu sekam padi 5 % dan sikafume 1,5%

BASP SF 4 : Beton dengan abu sekam padi 0% dan sikafume 1,5 %

3.7.10 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.3: Ilustrasi dimensi benda uji

Adapun Proses pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Pembuatan benda uji beton normal:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukan air sedikit demi sedikit.
 - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump Test untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - f. Apabila nilai slump test memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder dan di rojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam. h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Pembuatan benda uji beton campuran serat buah pinang dan waterglass.
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.

- c. Kemudian tuangkan agregat kasar, agregat halus dan semen. aduk hingga bahan ketiga tersebut merata.
- d. Setelah ketiga bahan tersebut telah merata, masukkan air sedikit demi sedikit.
- e. Setelah semuanya telah tercampur dengan rata. Keluarkan bahan tersebut dari mesin molen.
- f. Setelah dikeluarkan, lalu diberi bahan tambah serat buah pinang dengan takaran yang telah ditentukan dan aduk dengan manual sampai merata.
- g. Setelah serat buah pinang sudah dicampurkan, lalu berikan waterglass dengan takaran yang telah ditentukan. 30 h. Setelah tercampur dengan rata, dilakukan pengujian slump test untuk mengatur tingkat workability.
- h. Apabila nilai slump sudah memenuhi standar atau spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan kedalam cetakan silinder dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
- i. Diamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, cetakan beton dibuka dan dilakukan perawatan beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Data dari penelitian sudah diselesaikan perlu dilakukan sebuah analisa dan pembahasan untuk mendapatkan hasil dan tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan coba saya jabarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada peneltian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang di peroleh dari Medan Tembung. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, analisa saringan, pengujian berat isi dan pengujian kadar lumpur.

4.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan yang dilakukan menurut SNI ASTM C136:2012, dengan berat sampel pengujian menggunakan agregat halus seberat 1000 gr. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Persentase Tertahan

$$(\%) \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat tertahan}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\text{No } \frac{3}{4}, (\%) \text{ tertahan} = \frac{0}{1000} \times 100\% = 0 \%$$

$$\text{No } 4, (\%) \text{ tertahan} = \frac{22}{1000} \times 100\% = 2,2 \%$$

$$\text{No } 8, (\%) \text{ tertahan} = \frac{31}{1000} \times 100\% = 3,1 \%$$

$$\text{No } 16, (\%) \text{ tertahan} = \frac{288}{1000} \times 100\% = 28,8 \%$$

$$\text{No } 30, (\%) \text{ tertahan} = \frac{385}{1000} \times 100\% = 38,5\%$$

$$\begin{aligned} \text{No 50, (\%)} \text{ tertahan} &= \frac{140}{1000} \times 100\% = 14\% \\ \text{No100, (\%)} \text{ tertahan} &= \frac{121}{1000} \times 100\% = 12,1\% \\ \text{Pan, (\%)} \text{ tertahan} &= \frac{13}{1000} \times 100\% = 1,3\% \end{aligned}$$

2. Perhitungan % lolos kumulatif

$$(\%) \text{ lolos kumulatif} = 100\% - \text{Persentase tertahan (\%)}$$

selanjutnya:

$$(\%) \text{ lolos} = \text{Berat lolos saringan (\%)} - \text{Persentase tertahan (\%)}$$

$$\begin{aligned} \text{No } \frac{3}{4}, (\%) \text{ lolos} &= 100\% - 0\% = 100\% \\ \text{No 4, (\%)} \text{ lolos} &= 100\% - 2,2\% = 97,8\% \\ \text{No 8, (\%)} \text{ lolos} &= 97,8\% - 3,1\% = 94,7\% \\ \text{No 16, (\%)} \text{ lolos} &= 94,7\% - 28,8\% = 65,9\% \\ \text{No 30, (\%)} \text{ lolos} &= 65,9\% - 38,5\% = 27,4\% \\ \text{No 50, (\%)} \text{ lolos} &= 27,4\% - 14\% = 13,4\% \\ \text{No 100, (\%)} \text{ lolos} &= 13,4\% - 12,1\% = 1,3\% \\ \text{Pan, (\%)} \text{ lolos} &= 1,3\% - 1,3\% = 0\% \end{aligned}$$

3. Perhitungan % tertahan kumulatif

$$(\%) \text{ tertahan kumulatif} = 100\% - \text{Persentase lolos (\%)}$$

$$\begin{aligned} \text{No } \frac{3}{4}, (\%) \text{ tertahan} &= 100\% - 100\% = 0\% \\ \text{No 4, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 97,8\% = 2,2\% \\ \text{No 8, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 94,7\% = 5,3\% \\ \text{No 16, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 65,9\% = 34,1\% \\ \text{No 30, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 27,4\% = 72,6\% \\ \text{No 50, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 13,4\% = 86,6\% \\ \text{No 100, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 1,3\% = 98,7\% \\ \text{Pan, (\%)} \text{ tertahan} &= 100\% - 0\% = 100\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan Modulus Halus Butir

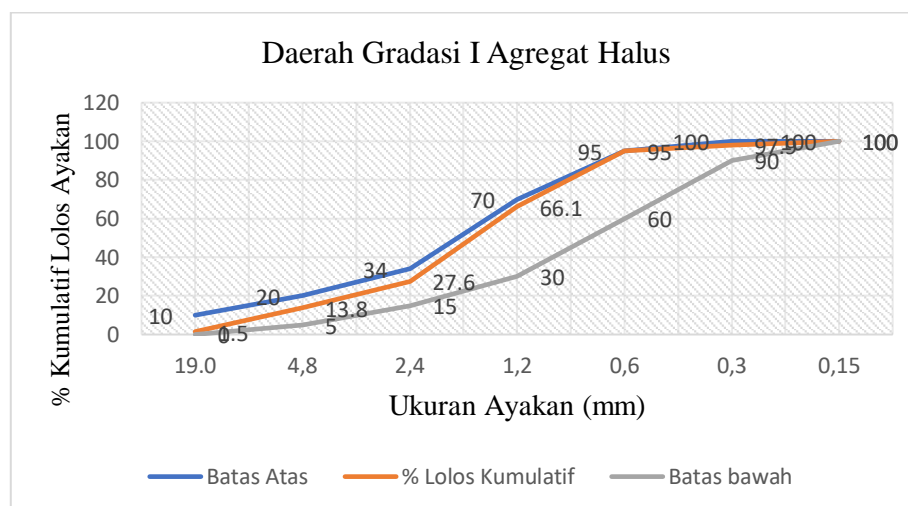
$$\begin{aligned} \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{299,5\%}{100} \\ &= 2,995 \approx 3,00 \end{aligned}$$

Data gradasi agregat halus dan modulus halus butir agregat halus pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1: Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Saringan		Berat Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
Nomor saringan	Ukuran Saringan (mm)		Persentase tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif
3,4	19	0	0.0	0.0	100.0
4	4,8	22	2.2	2.2	97.8
8	2,4	31	3.1	5.3	94.7
16	1,2	288	28.8	34.1	65.9
30	0,6	385	38.5	72.6	27.4
50	0,3	140	14.0	86.6	13.4
100	0,15	121	12.1	98.7	1.3
Pan		13	1.3	100.0	0.0
Total		1000	100.0	299.5	
Modulus Halus Butir		3.00			

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan ini didapat nilai modulus kehalusan adalah 3%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5% - 3,8%. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Dari tabel di atas juga tertera bahwa agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah I dengan jenis pasir kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen butiran yang lewat saringan gradasi daerah I dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik Gradasi Agregat Halus

4.2.2 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan SNI 7656-2012 dimana hasil dari pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2: Pengujian kadar air agregat halus

Pengujian	Notasi	Benda uji		Satuan
		I	II	
Massa Wadah	W ₁	493	506	gram
Massa Wadah + Benda Uji	W ₂	2059	2026	gram
Massa Benda Uji (w ₂ - w ₁)	W ₃	1566	1520	gram
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	W ₄	2005	1975	gram
Massa Benda Uji Kering Oven (w ₄ - w ₁)	W ₅	1512	1469	gram
Kadar Air Total ($\frac{w_3-w_5}{w_5} \times 100\%$)	P	3.57	3.47	%
Rata-rata		3.52		%

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 3,52%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 3,57% dan percobaan kedua sebesar 3,47%.

4.2.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus yang mengacu pada SNI 03- 4141, 2015,dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus

Keterangan	Sampel I	Sampel II
Berat contoh kering (A)	1570	1624
Berat contoh kering setelah dicuci (B)	1509	1587
Berat kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci (C) = (A - B)	61	37
Persen kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci	3.89%	2.28%
Rata-rata	3.08%	

Adapun hasil pengujian berdasarkan perhitungan berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar lumpur (sampel 1)} &= \frac{C}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{61}{1570} \times 100\% = 3,89\% \\
 \text{Kadar lumpur (sampel 2)} &= \frac{C}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{37}{1624} \times 100\% = 2,28\% \\
 \text{Rata-rata} &= \frac{3,89+2,28}{2} = 3,08\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 3,89% dan pada sampel 2 sebesar 2,28%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 3,08%. Nilai ini memenuhi persyaratan dimana kadar lumpur agregat halus berada dibawah 5% dan agregat halus tidak perlu dicuci kembali.

4.2.4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus mengacu berdasarkan SNI 1970:2016 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Pengujian	Hasil Pengujian		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kondisi SSD (B)	500 gr	500 gr	500 gr
Berat Picnometer+ Air+Contoh SSD (C)	1006 gr	1008 gr	1007 gr
Berat piknometer penuh air (D)	689 gr	689 gr	689 gr
Berat contoh kering (E)	490 gr	492 gr	488 gr
Apparent Spesific Gravity	2,83	2,84	3,24
Bulk Spesific Gravity Kondisi Kering	2,68	2,72	2,7
Bulk Spesific Gravity SSD	2,73	2,76	2,75
Persentase Absorpsi Air	2.04%	1,63%	1,83%

Perhitungan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Apparent Spesific Gravity
$$= \frac{E}{E+D-C}$$

$$= \frac{488}{488+689-1007}$$

$$= 3,24$$

2. Bulk Specific Gravity Kondisi Kering

$$= \frac{E}{B+D-C}$$

$$= \frac{488}{500+689-1007}$$

$$= 2,7$$

3. Bulk Specific Gravity SSD

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

$$= \frac{500}{500+689-1007}$$

$$= 2,75$$

4. Persentase Absorpsi air

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

$$= \frac{500-488}{488} \times 100\%$$

$$= 1,83 \%$$

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus diperoleh nilai berat jenis agregat halus dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD) dengan nilai 2,75. Berdasarkan SNI 1970-2016, angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2 - 2,9. Nilai hasil penyerapan air yang di dapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 1,83%.

4.2.5. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Hasil pengujian berat isi agregat halus yang mengacu pada SNI 4804:1998 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil pengujian berat isi agregat halus

Uraian	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
Berat Kontainer (w1)	1763 gr	1763 gr	1763 gr
Berat kontainer + Benda uji (w2)	5110 gr	5290 gr	5360 gr
Berat benda uji (w2 - w1)	3347 gr	3527 gr	3597 gr
Volume container (V)	3315.84 cm ³	3315.84 cm ³	3315.84 cm ³
Berat isi ((w2-w1)/V))	1.01 gr/cm ³	1.06 gr/cm ³	1.08 gr/cm ³
Rata-rata	1.053 gr/cm ³		

Hasil pengujian menunjukkan besar nilai berat isi pada kondisi lepas adalah $1,01 \text{ gr/cm}^3$, pada kondisi rojok adalah $1,06 \text{ gr/cm}^3$, dan pada kondisi rojok adalah $1,08 \text{ gr/cm}^3$. Dengan nilai rata-rata berat isi sebesar $1,05 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan SNI 4804:1998 batas minimum nilai berat isi untuk agregat halus adalah $0,4 - 1,9 \text{ gr/cm}^3$, maka agregat halus dalam penelitian ini memenuhi syarat berat isi bahan campuran pengujian beton.

4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Dalam pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus penelitian dengan menggunakan material analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur diperoleh data - data. Pemeriksaan dilakukan di laboratorium teknik sipil mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat dan mengikuti buku panduan praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 dengan menggunakan sampel agregat kasar seberat 5000 gr. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

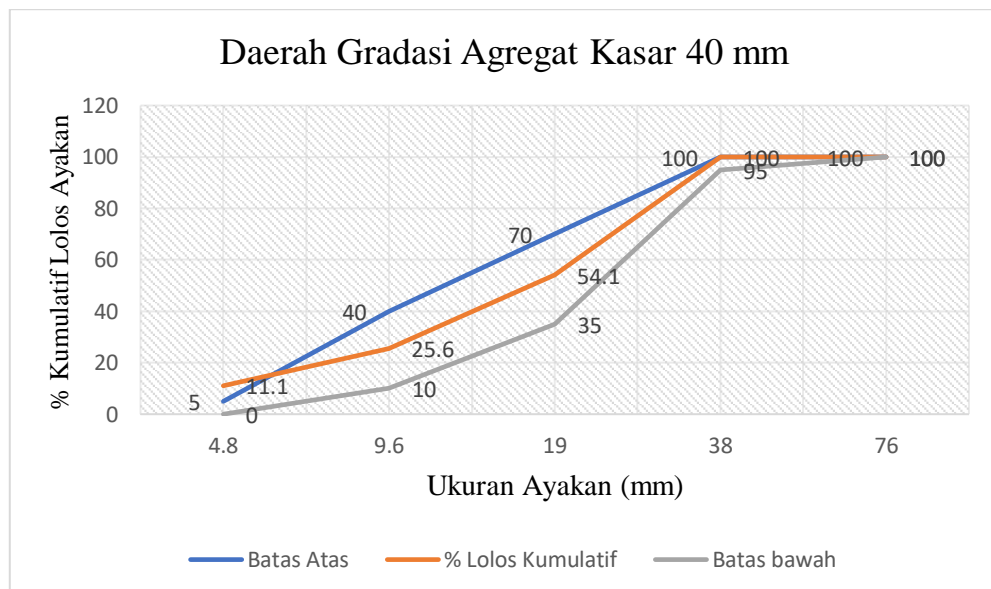
Tabel 4.6: Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Saringan		Berat Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
Nomor saringan	Ukuran Saringan (mm)		Persentase tertahan	% Lolos Kumulatif	% Tertahan Kumulatif
1,5	37,5	0	0.0	100.0	0.0
$\frac{3}{4}$	19	2295	45.9	54.1	45.9
$\frac{3}{8}$	9,6	1427	28.5	25.6	74.4
4	4,8	725	14.5	11.1	88.9
8	2,4	146	2.9	8.1	91.9
16	1,2	0	0.0	8.1	91.9
30	0,6	0	0.0	8.1	91.9
50	0,3	0	0.0	8.1	91.9

Tabel 4.6: Lanjutan

Saringan		Berat Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
Nomor saringan	Ukuran Saringan (mm)		Persentase tertahan	% Lolos Kumulatif	% Tertahan Kumulatif
100	0,15	0	0.0	8.1	91.9
Pan	407	8.1	0.0	100.0	
Total	5000	100.0		668.6	
Modulus Halus Butir		6.69			

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan agregat kasar diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 6,69. Dimana menurut ASTM C136:2012, Agregat halus umumnya memiliki nilai sebesar 5 - 8. Dari tabel di atas juga tertera bahwa ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan adalah sebesar 40 mm, berikut adalah hasil agregat yang tertera di tabel dalam bentuk grafik.



Gambar 4.2: Grafik Gradasi Agregat Kasar

Adapun hasil analisis saringan agregat kasar diatas berdasarkan perhitungan berikut.

1. Perhitungan Persentase Tertahan

$$(\%) \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat tertahan}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\text{No } 1 \frac{1}{2}, (\%) \text{ tertahan} = \frac{0}{5000} \times 100\% = 0 \%$$

$$\text{No } \frac{3}{4}, (\%) \text{ tertahan} = \frac{2295}{5000} \times 100\% = 45,9 \%$$

No $\frac{3}{8}$, (%) tertahan	$= \frac{1427}{5000} \times 100\%$	$= 28,5 \%$
No 4, (%) tertahan	$= \frac{725}{5000} \times 100\%$	$= 14,5 \%$
No 8, (%) tertahan	$= \frac{146}{5000} \times 100\%$	$= 2,9 \%$
No 16, (%) tertahan	$= \frac{0}{5000} \times 100\%$	$= 0 \%$
No 30, (%) tertahan	$= \frac{0}{5000} \times 100\%$	$= 0 \%$
No 50, (%) tertahan	$= \frac{0}{5000} \times 100\%$	$= 0 \%$
No 100, (%) tertahan	$= \frac{0}{5000} \times 100\%$	$= 0 \%$
Pan, (%) tertahan	$= \frac{407}{5000} \times 100\%$	$= 8,1 \%$

2. Perhitungan % lolos kumulatif

(%) lolos kumulatif = 100 % - Persentase tertahan (%)

selanjutnya:

(%) lolos = Berat lolos saringan (%) - Persentase tertahan (%)

No $1 \frac{1}{2}$, (%) lolos	$= 100 \%$	$= 100 \%$
No $\frac{3}{4}$, (%) lolos	$= 100 \%$	$= 54,1 \%$
No $\frac{3}{8}$, (%) lolos	$= 54,1 \%$	$= 25,6 \%$
No 4, (%) lolos	$= 25,6 \%$	$= 11,1 \%$
No 8, (%) lolos	$= 11,1 \%$	$= 8,1 \%$
No 16, (%) lolos	$= 8,1 \%$	$= 8,1 \%$
No 30, (%) lolos	$= 8,1 \%$	$= 8,1 \%$
No 50, (%) lolos	$= 8,1 \%$	$= 8,1 \%$
No 100, (%) lolos	$= 8,1 \%$	$= 8,1 \%$
Pan, (%) lolos	$= 8,1 \%$	$= 0 \%$

3. Perhitungan % tertahan kumulatif

(%) tertahan kumulatif = 100 % - Persentase lolos (%)

No $1 \frac{1}{2}$, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 0 \%$
No $\frac{3}{4}$, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 45,9 \%$
No $\frac{3}{8}$, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 74,4 \%$
No 4, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 88,9 \%$
No 8, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 91,9 \%$
No 16, (%) tertahan	$= 100 \%$	$= 91,9 \%$

No 30, (%) tertahan	= 100 % - 8,1 %	= 91,9 %
No 50, (%) tertahan	= 100 % - 8,1 %	= 91,9 %
No 100, (%) tertahan	= 100 % - 8,1 %	= 91,9 %
Pan, (%) tertahan	= 100 % - 0 %	= 100 %

4. Perhitungan Modulus Halus Butir

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100} \\
 &= \frac{668,6\%}{100} \\
 &= 6,69
 \end{aligned}$$

4.3.2 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Hasil dari pengujian kadar air agregat halus yang mengacu pada SNI 03-1971-2011 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian	Notasi	Benda uji		Satuan
		I	II	
Massa Wadah	W ₁	565	494	gram
Massa Wadah + Benda Uji	W ₂	4153	3988	gram
Massa Benda Uji (w ₂ - w ₁)	W ₃	3588	3494	gram
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	W ₄	4112	3944	gram
Massa Benda Uji Kering Oven (w ₄ - w ₁)	W ₅	3547	3450	gram
Kadar Air Total ($\frac{w_3-w_5}{w_5} \times 100\%$)	P	1.16	1.28	%
Rata-rata		1.22		%

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 1,22 %. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 1,16 % dan percobaan kedua sebesar 1,28%.

4.3.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus yang mengacu pada SNI 03- 4141 2015,dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Keterangan	Sampel I	Sampel II
Berat contoh kering (A)	1998	2008
Berat contoh kering setelah dicuci (B)	1984	1986
Berat kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci (C) = (A – B)	14	22
Persen kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci	0.70%	1.10%
Rata-rata	0.90%	

Adapun hasil pengujian berdasarkan perhitungan berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar lumpur (sampel 1)} &= \frac{C}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{14}{1998} \times 100\% = 0,70\% \\
 \text{Kadar lumpur (sampel 2)} &= \frac{C}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{22}{2008} \times 100\% = 1,10\% \\
 \text{Rata-rata} &= \frac{0,70 + 1,10}{2} \\
 &= 0,90\%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar adalah 0,9%, yang artinya agregat halus memenuhi kriteria bahwa kadar lumpur harus berada dibawah 5% dan pasir tidak perlu dicuci lagi.

4.3.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar mengacu berdasarkan SNI 1970: 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9: Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian	Hasil Pengujian		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh SSD (A)	4012 gr	3845 gr	3928.5 gr
Berat contoh (SSD) didalam air (B)	2245 gr	2146 gr	2195.5 gr
Berat contoh kering oven (C)	3980 gr	3827 gr	3903.5 gr

Tabel 4.9: *Lanjutan*

Pengujian	Hasil Pengujian		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Bulk Spesific Gravity Kondisi Kering, $\frac{C}{A-B}$	2.25	2.25	2.25
Bulk Spesific Gravity SSD, $\frac{A}{A-B}$	2.27	2.26	2.27
Apparent Spesific Gravity, $\frac{C}{C-B}$	2.29	2.28	2.29
Persentase Abrobsi, $\frac{A-C}{C} \times 100\%$	0.80%	0.47%	0.64%

Data pada tabel diatas didapat dengan menganalisis menggunakan perhitungan dibawah ini.

1. Bulk Spesific Gravity Kondisi Kering $= \frac{C}{A-B}$
 $= \frac{3903,5}{3928,5 - 2195,5}$
 $= 2,25$
2. Bulk Spesific Gravity SSD $= \frac{A}{A-B}$
 $= \frac{3928,5}{3928,5 - 2195,5}$
 $= 2,27$
3. Apparent Spesific Gravity $= \frac{C}{C-B}$
 $= \frac{3903,5}{3903,5 - 2195,5}$
 $= 2,29$
4. Persentase Abrobsi $= \frac{A-C}{C} \times 100\%$
 $= \frac{3928,5 - 3903,5}{3903,5} \times 100\%$
 $= 0,64\%$

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat diketahui berat jenis kondisi jenuh muka (SSD) sebesar 2,27. Nilai ini memenuhi spesifikasi nilai minimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1969-2008 adalah 2,5. Nilai penyerapan agregat kasar sebesar 0,64% dan memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1970-2008 adalah 3%. Maka agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran dalam penelitian beton.

4.3.5 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Hasil pengujian berat isi agregat kasar yang mengacu pada SNI 4804:1998. Adapun hasil perhitungan pengujian sebagai berikut:

1. Perhitungan berat jenis cara lepas

$$\begin{aligned} \text{Volume kontainer} &= 3315.84 \text{ cm}^3 \\ \text{Benda uji (w}_2 - \text{w}_1) &= 6243 \text{ gr} - 1763 \text{ gr} \\ &= 4480 \text{ gr} \\ \text{Berat isi} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume kontainer}} \\ &= \frac{4480 \text{ gr}}{3315,84 \text{ cm}^3} \\ &= 1,35 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan berat jenis cara rojok

$$\begin{aligned} \text{Volume kontainer} &= 3315.84 \text{ cm}^3 \\ \text{Benda uji (w}_2 - \text{w}_1) &= 6457 \text{ gr} - 1763 \text{ gr} \\ &= 4694 \text{ gr} \\ \text{Berat isi} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume kontainer}} \\ &= \frac{4694 \text{ gr}}{3315,84 \text{ cm}^3} \\ &= 1,42 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan berat jenis cara goyang

$$\begin{aligned} \text{Volume kontainer} &= 3315.84 \text{ cm}^3 \\ \text{Benda uji (w}_2 - \text{w}_1) &= 6674 \text{ gr} - 1763 \text{ gr} \\ &= 4911 \text{ gr} \\ \text{Berat isi} &= \frac{\text{Berat benda uji}}{\text{Volume kontainer}} \\ &= \frac{4911 \text{ gr}}{3315,84 \text{ cm}^3} \\ &= 1,48 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{Rata-rata} &= \frac{1,35+1,42+1,48}{3} \\ &= 1,42 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1420 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Data hasil pengujian berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Uraian	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
Berat Kontainer (w1)	1763 gr	1763 gr	1763 gr
Berat kontainer + Benda uji (w2)	6243 gr	6457 gr	6674 gr
Berat benda uji (w2 - w1)	4480 gr	4694 gr	4911 gr
Volume kontainer	3315.84 cm^3	3315.84 cm^3	3315.84 cm^3
Berat isi	1.35 gr/cm^3	1.42 gr/cm^3	1.48 gr/cm^3
Rata-rata	1.42 gr/cm^3		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus diperoleh rata-rata berat isi yaitu sebesar 1,42 gr/cm^3 . Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,4 – 1,8 gr/cm^3 sehingga berat pada agregat kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.4 Pemeriksaan Abu Sekam Padi

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

Tabel 4.11: Pengujian Abu Sekam Padi

URAIN	Satuan	Benda Uji		Rata - rata
		I	II	
<i>Wt of SSD sample in air (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)</i>	<i>gr</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<i>Wt of flask + water + sample (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)</i>	<i>gr</i>	<i>665</i>	<i>665</i>	<i>665</i>
<i>Wt of flask + water (Berat Piknometer penuh air)</i>	<i>gr</i>	<i>650</i>	<i>650</i>	<i>650</i>
<i>Wt of oven dry sample (Berat contoh SSD kering oven)</i>	<i>gr</i>	<i>80</i>	<i>87</i>	<i>83.5</i>
<i>Bulk sp. Grafity dry (Berat jenis contoh kering)</i>	<i>gr/cm³</i>	<i>0.94</i>	<i>1.02</i>	<i>0.98</i>

Tabel 4.11: Lanjutan

URAIN	Satuan	Benda Uji		Rata - rata
		I	II	
<i>Bulk sp. Grafity SSD (Berat jenis contoh SSD)</i>	<i>gr/cm³</i>	<i>1.18</i>	<i>1.18</i>	<i>1.18</i>
<i>Apparent sp. Grafity dry (Berat jenis contoh semu)</i>	<i>gr/cm³</i>	<i>1.23</i>	<i>1.21</i>	<i>1.22</i>
<i>Absorption (Penyerapan)</i>	<i>%</i>	<i>25.00</i>	<i>14.94</i>	<i>19.97</i>

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

4.5 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini peneliti akan menganalisi data-data yang diperoleh pada saat penelitian sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data-data dasar hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Data - data hasil tes agregat

No.	Data Tes Dasar	Nilai
1.	FM Agregat Halus	3%
2.	FM Agregat Kasar	6,69%
3.	Kadar Air Agregat Halus	3,52%
4.	Kadar Air Agregat Kasar	1,22%
5.	Berat Jenis Agregat Halus	2,75 gr/cm ³
6.	Berat Jenis Agregat Kasar	2,27 gr/cm ³

Tabel 4.12: *Lanjutan*

No.	Data Tes Dasar	Nilai
7.	Penyerapan Agregat Halus	1,83%
8.	Penyerapan Agregat Kasar	0,63%
9.	Kadar Lumpur Agregat Halus	3,08%
10.	Kadar Lumpur Agregat Kasar	0,9%
11.	Berat Isi Agregat Halus	1,05 gr/cm ³
12.	Berat Isi Agregat Kasar	1,42 gr/cm ³

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (mix design) yang diinginkan. Perencanaan campuran beton (mix design) dilaksanakan sesuai dengan metode uji SNI 7656:2012.

Tabel 4.13: Data kebutuhan *Mix Design*

NO.	Keterangan		Mpa
1	Mutu beton	25	Mpa
2	Slump	75-100	Mm
3	Ukuran agregat maksimum	19	Mm
4	Berat kering oven agregat kasar	1420	kg/m ³
5	Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15	Gr
6	Modulus Kehalusan Agregat halus	3	%
7	Berat jenis (SSD) agregat halus	2,75	Gr
8	Berat jenis (SSD) agregat kasar	2,27	Gr
9	Penyerapan air agregat halus	1,83	%
10	Penyerapan air agregat Kasar	0,64	%

4.5.1 Langkah – Langkah Perhitungan Mix Desain.

Adapun langkah – langkah perhitungan untuk mendapatkan kebutuhan material per 1m³ adalah sebagai berikut:

1. Banyaknya Air Pencampuran

Tabel 4.14: Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah

Air (kg/m³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
≥175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
≥175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut :	ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
	sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5

Berdasarkan Tabel 4.14 diatas maka didapat nilai banyaknya air adalah 205 kg/m³.

2. Rasio Air Semen

Berdasarkan SNI 7656:2012, apabila dilakukan campuran percobaan untuk membuktikan hubungan-hubungan kekuatan atau menilai kembali kekuatan dari sebuah campuran, harus digunakan air pencampur dan kadar udara yang terkecil. Kadar udara harus yang maksimum yang diijinkan dan beton harus diukur untuk mencapai slump tertinggi yang diijinkan. Bila beton memiliki kadar air dan atau kadar udara yang lebih rendah, maka proporsi bahan-bahan beton harus disesuaikan untuk menghasilkan beton yang diinginkan.

Tabel 4.15: Hubungan antara rasio air - semen (w/c) atau rasio air - bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton

Kekuatan beton umur 28 hari, Mpa*	Rasio air semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Berdasarkan Tabel 4.15 diatas, diambil nilai rasio air-semen sebesar 0,61% sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan yaitu 25 Mpa.

3. Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari ketentuan pada Table 4.14 dan Tabel 4.15 diatas. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampur dibagi rasio Air- semen.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Semen} &= \frac{\text{Kadar air pencampur}}{\text{Rasio air semen}} \\
 &= \frac{205}{0,61} \\
 &= 336,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Berat Kering Agregat Kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang mameuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini, atau dengan dilakukan perhitungan secara analitis.

Tabel 4.16: Volume Agregat Kasar

Ukuran Nominal Agregat Maksimum (mm)	Volume Agregat Kasar Kering Oven Per Satuan Volume Beton Untuk Berbagai Modulus Kehalusan dari Agregat Halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Untuk ukuran nominal agregat maksimum 19 mm dan modulus halus butir agregat halus 3,00 didapat volume agregat kasar per satuan volume beton adalah 0,60. Sehingga berat keringnya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Berat kering} &: \text{Berat kering oven Ag. Kasar} \times \text{Volume Ag. Kasar} \\ &: 1420 \times 0,60 \\ &: 852 \text{ Kg} \end{aligned}$$

5. Perkiraan Berat Beton

Menurut SNI 7656:2012, Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari ketetapan, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya.

Tabel 4.17: Perkiraan awal berat beton segar (SNI-7656, 2012)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275

Tabel 4.17: *Lanjutan*

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405

Berdasarkan data pada Tabel 4.17 diatas maka didapat nilai perkiraan berat beton adalah 2345 kg. Maka untuk mendapatkan volume agregat halus yang diisyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Sehingga :

Air	:	205	Kg
Semen	:	336,1	Kg
Agregat Kasar	:	852	kg +
<hr/>			
	Jumlah :	1393,1	Kg

Jadi berat agregat halus adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat halus} &= (\text{Perkiraan volume beton} - \text{jumlah seluruh volume bahan}) \\
 &= (2345 \text{ kg} - 1393,1 \text{ kg}) \\
 &= 951,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6. Volume Absolute

Agregat halus yang dibutuhkan harus ditentukan berdasarkan volume absolut. Dengan diketahuinya jumlah semen, air udara, dan agregat kasar, kadar agregat halus dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air} &= \frac{205}{1000} \\
 &= 0,205 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume padat semen} &= \frac{336,1}{(3,15 \times 1000)} &&= 0,107 \text{ m}^3 \\
\text{Volume absolute agregat kasar} &= \frac{852}{2,27 \times 1000} &&= 0,375 \text{ m}^3 \\
\text{Volume udara terperangkap} &= 1\% \times 1 &&= 0,01 \text{ m}^3 \\
\text{volume padat selain agregat halus} &= (0,205 + 0,107 + 0,375 + 0,01) &&= 0,697 \text{ m}^3 \\
\text{Volume agregat halus} &= 1 - 0,697 &&= 0,30 \text{ m}^3 \\
\text{Berat agregat halus yang dibutuhkan} &= 0,30 \times 2,75 \times 1000 &&= 825 \text{ kg}
\end{aligned}$$

7. Perbandingan Berat Bahan

Berdasarkan SNI 7656:2012 Didapat nilai perbandingan berat Air (berat bersih), Semen, Agregat Kasar (kering), dan Agregat Halus (kering) pada tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4.18: Perbandingan berat bahan

Keterangan	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	336,1	336,1
Ag. Kasar (kering)	852	852
Ag. Halus (kering)	951,9	825

8. Koreksi Terhadap Kandungan Air

Pengujian menunjukkan kadar air seperti dibawah ini. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat sebagai berikut.

Kadar air didapat :

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= 3,52\% \\ \text{Agregat kasar} &= 1,22\% \\ \text{Agregat halus (basah)} &= 951,9 \times (1+0,0352) \\ &= 952,935 \text{ kg} \\ \text{Agregat kasar (basah)} &= 852 \times (1+0,0122) \\ &= 852,012 \text{ kg} \end{aligned}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka :

$$\begin{aligned} \text{Air yang diberikan agregat halus} &= 3,52\% - 1,83\% \\ &= 1,69\% \\ \text{Air yang diberikan agregat kasar} &= 1,22\% - 0,63\% \\ &= 0,59\% \end{aligned}$$

Dengan demikian kebutuhan air untuk proporsi campuran beton adalah sebagai berikut: $= 205 - (852,012 \times 1,69\%) - (952,935 \times 0,59\%) = 184,979 \text{ kg}$
Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut.

Air (Yang ditambahkan)	=	184,979	Kg
Semen	=	336,1	Kg
Ag. Kasar (Basah)	=	852,012	Kg
<u>Ag. Halus (Basah)</u>	<u>=</u>	<u>952,935</u>	<u>Kg</u>
Jumlah	=	2326,026	Kg

4.6 Kebutuhan Material

Kebutuhan material didapat berdasarkan hasil perhitungan mix design diatas, dengan rincian sebagai berikut:

Diketahui benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi benda uji} &= 30 \text{ cm} \\ \text{Diameter benda uji} &= 15 \text{ cm} \\ \text{Volume benda uji} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \times 30 \end{aligned}$$

$$= 5298.75 \text{ cm}^3$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Berikut adalah hasil kadar material yang digunakan untuk campuran beton yang menggunakan bahan substitusi abu sekam padi dan sikafume.

- Menentukan proporsi material pembentuk satu beton normal silinder 15x30
 - a. Air $= W_{\text{air}} \times \text{Volume}$
 $= 184,979 \times 0,0053$
 $= 0,98 \text{ Liter}$
 - b. Semen $= W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$
 $= 336,1 \times 0,0053$
 $= 1,78 \text{ Kg}$
 - c. Ag. Halus $= \text{Kadar Agregat Halus} \times \text{Volume}$
 $= 952,935 \times 0,0053$
 $= 5,05 \text{ Kg}$
 - d. Ag. Kasar $= \text{Kadar Agregat Kasar} \times \text{Volume}$
 $= 990,2 \times 0,0053$
 $= 5,25 \text{ Kg}$
- Menentukan proporsi material pembentuk satu beton silinder 15 × 30 dengan menggunakan bahan tambah.
 - a. BASP 2 (ASP 0% + SF 0,5%)
 - 1) Air $= W_{\text{air}} \times \text{Volume}$
 $= 184,979 \times 0,0053$
 $= 0,98 \text{ Liter}$
 - 2) SF $= 0,5\% \times \text{Semen Normal}$
 $= 0,5\% \times 1,78$
 $= 0,009 \text{ Kg}$
 - 3) Semen $= \text{Semen Normal} - \text{SF}$
 $= 1,78 - 0,009$
 $= 1,77 \text{ Kg}$
 - 4) Ag. Halus $= \text{Kadar Agregat Halus} \times \text{Volume}$
 $= 952,935 \times 0,0053$
 $= 5,05 \text{ Kg}$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Ag. Kasar} &= \text{Kadar Agregat Kasar} \times \text{Volume} \\
 &= 990,2 \times 0,0053 \\
 &= 5,25 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

b. BASP 3 (ASP 2,5% + SF 1,5%)

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Air} &= \text{Wair} \times \text{Volume} \\
 &= 184,979 \times 0,0053 \\
 &= 0,98 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ SF} &= 1,5\% \times \text{Semen Normal} \\
 &= 1,5\% \times 1,78 \\
 &= 0,027 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ ASP} &= 2,5\% \times \text{Semen Normal} \\
 &= 2,5\% \times 1,78 \\
 &= 0,045 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Semen} &= \text{Semen Normal} - \text{ASP} - \text{SF} \\
 &= 1,78 - 0,045 - 0,027 \\
 &= 1,71 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Ag. Halus} &= \text{Kadar Agregat Halus} \times \text{Volume} \\
 &= 952,935 \times 0,0053 \\
 &= 5,05 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Ag. Kasar} &= \text{Kadar Agregat Kasar} \times \text{Volume} \\
 &= 990,2 \times 0,0053 \\
 &= 5,25 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

c. BASP SF 1 (ASP 5% + SF 0,4%)

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Air} &= \text{Wair} \times \text{Volume} \\
 &= 184,979 \times 0,0053 \\
 &= 0,98 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ SF} &= 0,4\% \times \text{Semen Normal} \\
 &= 0,4\% \times 1,78 \\
 &= 0,007 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ ASP} &= 5\% \times \text{Semen Normal} \\
 &= 5\% \times 1,78 \\
 &= 0,089
 \end{aligned}$$

- 4) Semen = Semen Normal - ASP - SF
= 1,78 - 0,007 - 0,089
= 1,69 Kg
- 5) Ag. Halus = Kadar Agregat Halus × Volume
= 952,935 × 0,0053
= 5,05 Kg
- 6) Ag. Kasar = Kadar Agregat Kasar × Volume
= 990,2 × 0,0053
= 5,25 Kg
- d. BASP SF 2 (ASP 5% + SF 0,5%)
- 1) Air = Wair × Volume
= 184,979 × 0,0053
= 0,98 Liter
- 2) SF = 0,5% × Semen Normal
= 0,5% × 1,78
= 0,009 Kg
- 3) ASP = 5% × Semen Normal
= 5% × 1,78
= 0,089
- 4) Semen = Semen Normal - ASP - SF
= 1,78 - 0,009 - 0,089
= 1,68 Kg
- 5) Ag. Halus = Kadar Agregat Halus × Volume
= 952,935 × 0,0053
= 5,05 Kg
- 6) Ag. Kasar = Kadar Agregat Kasar × Volume
= 990,2 × 0,0053
= 5,25 Kg
- e. BASP SF 3 (ASP 5% + SF 1,5%)
- 1) Air = Wair × Volume
= 184,979 × 0,0053
= 0,98 Liter

- 2) SF = $1,5\% \times \text{Semen Normal}$
= $1,5\% \times 1,78$
= 0,027 Kg
- 3) ASP = $5\% \times \text{Semen Normal}$
= $5\% \times 1,78$
= 0,089
- 4) Semen = $\text{Semen Normal} - \text{ASP} - \text{SF}$
= $1,78 - 0,027 - 0,089$
= 1,67 Kg
- 5) Ag. Halus = $\text{Kadar Agregat Halus} \times \text{Volume}$
= $952,935 \times 0,0053$
= 5,05 Kg
- 6) Ag. Kasar = $\text{Kadar Agregat Kasar} \times \text{Volume}$
= $990,2 \times 0,0053$
= 5,25 Kg
- f. BASP SF4 (ASP 0% + SF 1,5%)
- 1) Air = $\text{Wair} \times \text{Volume}$
= $184,979 \times 0,0053$
= 0,98 Liter
- 2) SF = $1,5\% \times \text{Semen Normal}$
= $1,5\% \times 1,78$
= 0,027 Kg
- 3) Semen = $\text{Semen Normal} - \text{SF}$
= $1,78 - 0,027$
= 1,75 Kg
- 4) Ag. Halus = $\text{Kadar Agregat Halus} \times \text{Volume}$
= $952,935 \times 0,0053$
= 5,05 Kg
- 5) Ag. Kasar = $\text{Kadar Agregat Kasar} \times \text{Volume}$
= $990,2 \times 0,0053$
= 5,25 Kg

Adapun total berat beton adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Air} + \text{agregat halus} + \text{agregat kasar} + \text{semen} \\
 &= 0,98 + 5,05 + 5,25 + 1,78 \\
 &= 13,06 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat dilihat hasil rekapitulasi kebutuhan bahan untuk satu benda uji sebagai berikut.

Tabel 4.19: Rekapitulasi Kebutuhan Bahan Untuk Satu Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Bahan Penyusun					
		Agregat halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)	Abu Sekam Padi (Kg)	Sikafume (Kg)
1	BASP 1	5.05	5.25	1.78	0.98		
2	BASP 2	5.05	5.25	1.77	0.98		0.009
3	BASP 3	5.05	5.25	1.71	0.98	0.045	0.027
4	BASP SF 1	5.05	5.25	1.69	0.98	0.089	0.007
5	BASP SF 2	5.05	5.25	1.68	0.98	0.089	0.009
6	BASP SF 3	5.05	5.25	1.67	0.98	0.086	0.027
7	BASP SF 4	5.05	5.25	1.75	0.98		0.027

4.7 Hasil Pengujian Nilai Slump

Pengujian slump dilakukan untuk menentukan workability (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah serat. Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan Kerucut Abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan. Setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 10 detik. Setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, lalu ukur tinggi adukan. Selisih tinggi kerucut dengan adukan merupakan nilai slump. Pada Tabel 4.18 dijelaskan nilai slump pada masing-masing pencetakan beton. Seperti perencanaan slump pada mix design adalah 75-100 mm.

Tabel 4.20: Nilai slump test

No	Kode Benda Uji	Abu Sekam Padi	Sikafume	Tinggi Slump (mm)
1	BASP 1	0%	0%	100
2	BASP 2	0%	0,5%	85
3	BASP 3	2,5%	1,5%	95
4	BASPSF 1	5%	0,4%	80
5	BASPSF 2	5%	0,5%	90
6	BASPSF 3	5%	1,5%	85
7	BASPSF 4	0%	1,5%	75

Berdasarkan pada tabel 4.20 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton Sikafume, beton ASP dan beton ASP ditambah campuran sikafume. Mengapa nilai slump mengalami turun disebabkan dapat campuran sikafume memiliki butiran yang kecil dan menyerap air sangat cepat.

4.8 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat Tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Dengan menggunakan mesin kuat tarik dengan kapasitas 2500 KN. Benda uji yang akan di tes adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm. sebanyak 21 benda uji dengan pengelompokan benda uji dengan variasi campurannya, Kuat Tarik belah beton dihitung dengan standar SNI 2491: 2002. Berdasarkan hasil pengujian didapat data kuat tarik belah beton sebagai berikut.

Tabel 4.21: Data Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari

Benda Uji	Variasi	Aktual Tarik (Kn)
1	BASP 1	40
2		100
3		100

Tabel 4.21: *Lanjutan*

Benda Uji	Variasi	Aktual Tarik (Kn)
1	BASP 2	120
2		130
3		120
1	BASP 3	110
2		100
3		120
1	BASP SF 1	90
2		120
3		110
1	BASP SF 2	70
2		40
3		70
1	BASP SF 3	100
2		170
3		160
1	BASP SF 4	70
2		100
3		90

Berdasarkan data diatas dapat kita hitung nilai kuat tarik aktual dengan rumus:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D}$$

Dimana: Fct : Kuat tarik belah (Mpa)
P : Beban maksimum beban belah (N)
L : Panjang benda uji silinder (mm)
D : Diameter benda uji silinder (mm)

- BASP 1

Sampel 1 (40 Kn = 40000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 40000}{141371,6} = 0,566 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (100 Kn = 100000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 100000}{141371,6} = 1,415 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (100 Kn = 100000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 100000}{141371,6} = 1,415 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,566 + 1,415 + 1,415}{3} = 1,132 \text{ Mpa}$$

- **BASP 2**

Sampel 1 (120 Kn = 120000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 120000}{141371,6} = 1,698 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (130 Kn = 130000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 130000}{141371,6} = 1,839 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (120 Kn = 120000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 120000}{141371,6} = 1,698 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{1,698 + 1,839 + 1,698}{3} = 1,745 \text{ Mpa}$$

- **BASP 3**

Sampel 1 (110 Kn = 110000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 110000}{141371,6} = 1,556 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (100 Kn = 100000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 100000}{141371,6} = 1,415 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (120 Kn = 120000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 120000}{141371,6} = 1,698 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{1,556 + 1,415 + 1,698}{3} = 1,556 \text{ Mpa}$$

- **BASP SF1**

Sampel 1 (90 Kn = 90000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 90000}{141371,6} = 1,273 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (120 Kn = 120000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 120000}{141371,6} = 1,698 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (110 Kn = 110000 N)

$$F_{ct} = \frac{2 \times 110000}{141371,6} = 1,556 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{1,273+1,698+1,556}{3} = 1,509 \text{ Mpa}$$

- **BASP SF2**

Sampel 1 (70 Kn = 70000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 70000}{141371,6} = 0,990 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (40 Kn = 40000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 40000}{141371,6} = 0,566 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (70 Kn = 70000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 70000}{141371,6} = 0,990 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,990+0,566+0,990}{3} = 0,849 \text{ Mpa}$$

- **BASP SF3**

Sampel 1 (100 Kn = 100000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 100000}{141371,6} = 1,415 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (170 Kn = 170000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 170000}{141371,6} = 2,405 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (160 Kn = 160000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 160000}{141371,6} = 2,264 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{1,415+2,405+2,264}{3} = 2,028 \text{ Mpa}$$

- **BASP SF4**

Sampel 1 (70 Kn = 70000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 70000}{141371,6} = 0,990 \text{ Mpa}$$

Sampel 2 (90 Kn = 90000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 90000}{141371,6} = 1,273 \text{ Mpa}$$

Sampel 3 (70 Kn = 70000 N)

$$\text{Fct} = \frac{2 \times 70000}{141371,6} = 0,990 \text{ Mpa}$$

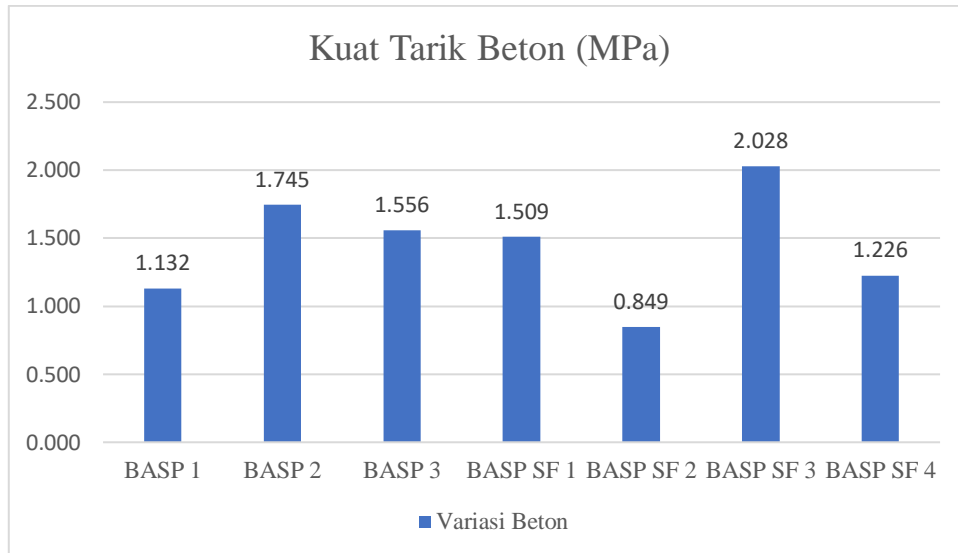
$$\text{Rata-rata} = \frac{0,990+1,1415+1,273}{3} = 1,226 \text{ Mpa}$$

Hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah dibawah ini.

Tabel 4.22: Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Benda Uji	Variasi	π .L.D (mm)	Umur (Hari)	Aktual Tarik (Kn)	Kuat Tarik (Mpa)	Rata-rata
1	BASP 1	141371.55	28	40	0.566	1.132
2		141371.55	28	100	1.415	
3		141371.55	28	100	1.415	
1	BASP 2	141371.55	28	120	1.698	1.745
2		141371.55	28	130	1.839	
3		141371.55	28	120	1.698	
1	BASP 3	141371.55	28	110	1.556	1.556
2		141371.55	28	100	1.415	
3		141371.55	28	120	1.698	
1	BASP SF 1	141371.55	28	90	1.273	1.509
2		141371.55	28	120	1.698	
3		141371.55	28	110	1.556	
1	BASP SF 2	141371.55	28	70	0.990	0.849
2		141371.55	28	40	0.566	
3		141371.55	28	70	0.990	
1	BASP SF 3	141371.55	28	100	1.415	2.028
2		141371.55	28	170	2.405	
3		141371.55	28	160	2.264	
1	BASP SF 4	141371.55	28	70	0.990	1.226
2		141371.55	28	100	1.415	
3		141371.55	28	90	1.273	

Berdasarkan Tabel 4.22 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Persentase nilai kuat tarik belah beton semua variasi.

Dimana:

- BASP 1 = Beton Normal
- BASP 2 = Beton dengan Sikafume 0.5%
- BASP 3 = Beton dengan Sikafume 1.5%
- BASP SF 1 = Beton dengan abu sekam padi 2.5% dan Sikafume 1.5%
- BASP SF 2 = Beton dengan abu sekam padi 5% dan Sikafume 0.4%
- BASP SF 3 = Beton dengan abu sekam padi 5% dan Sikafume 0.5%
- BASP SF 4 = Beton dengan abu sekam padi 5% dan Sikafume 1.5%

Dari hasil pengujian diatas dapat diketahui bahwa penambahan abu sekam padi cenderung meningkatkan kuat tarik pada beton. Penambahan abu sekam padi sebesar 5% dan sikafume sebesar 0.5% dapat meningkatkan kuat tarik beton pada umur 28 hari sebesar 2.028 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dan sikafume dapat meningkatkan kuat tarik secara signifikan.

Sesuai dengan (Setiawan dkk., 2013) penambahan *waterglass* sebesar 1% dan 2% terhadap berat semen dengan mutu rencana K-225, dapat meningkatkan kuat beton normal umur 28 hari sebesar 241,6 kg/cm². Atau sebanyak 7,38% dari mutu rencana K-225. Pada campuran yang ditambahkan 1% *waterglass* terhadap berat semen memiliki kuat tekan sebesar 253,0 kg/cm² atau naik 12,44% dan pada 2% *waterglass* sebesar 255,4 kg/cm² atau naik 13,51% dengan mutu rencana yang sama.

Berdasarkan nilai yang diperoleh diatas, maka nilai rata-rata kuat tarik belah

beton dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23: Rata-rata Kuat Tarik Belah Beton Tiap Variasi

No	variasi beton	Rata- rata Kuat tarik belah beton (Mpa)
1	BASP 1	1.132
2	BASP 2	1.745
3	BASP 3	1.556
4	BASP SF 1	1.509
5	BASP SF 2	0.849
6	BASP SF 3	2.028
7	BASP SF 4	1.226

Pada grafik terdapat variasi beton yang menggunakan abu sekam padi memiliki kenaikan yang optimum di dibandingkan dengan beton normal, dengan variasi ASP 5% + SF 0.5% kuat tarik belah beton yang tertinggi sebesar 2,028 MPa. Sedangkan variasi ASP 5% + SF 0.4 % kuat tarik belah beton yang terendah sebesar 0.849 Mpa. Persentase penurunan dan peningkatan kuat tarik belah beton terhadap beton normal dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase penurunan} &= \frac{(0,849-1,132)}{1,132} \times 100\% \\ &= 25\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase peningkatan} &= \frac{(2,028-1,132)}{1,132} \times 100\% \\ &= 44,2\%\end{aligned}$$

Peningkatan terjadi sebesar 44,2% dibandingkan beton normal, untuk itu rekomendasi yang bisa dilakukan terhadap pencampuran beton adalah dengan penambahan abu sekam padi sebesar 5% dan penambahan sikafume sebesar 0,5%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil uji kuat tarik belah beton yang telah dilakukan pada penelitian penggunaan abu sekam padi dan penambahan sikafume pada campuran beton normal, maka ada beberapa hal yang dapat menjadi kesimpulan pada penelitian ini yaitu:

1. Penggunaan abu sekam padi dan *sikafume* sebagai bahan tambah beton normal berpengaruh dalam meningkatkan kuat tarik belah. Pada pengujian ini, penggunaan komposisi optimal didapat pada variasi BASP SF 3 dengan kadar abu sekam padi 5% dan sikafume 0,5% mampu meningkatkan kuat tarik belah sebesar 2,028 Mpa dan nilai terendah didapat pada BASP SF 2 sebesar 0,849 Mpa.
2. Semakin banyak substitusi abu sekam padi pada campuran beton semakin tinggi pula nilai kuat tarik belah beton, dan semakin sedikit persentase sikafume juga dapat menurunkan nilai kuat tarik belah beton seperti pada ASP 5% dan SF 0,5% dimana dengan komposisi ini kuat tarik belah mencapai 2,028 Mpa lebih besar dibandingkan bila memakai ASP 5% dan SF 1,5%.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, jumlah sampel yang lebih banyak untuk mendapatkan nilai karakteristik yang lebih baik.
2. Perlu lebih memperhatikan proses komposisi beton, pengadukan dan proses perawatan pada beton.
3. Untuk peneliti selanjutnya perlu dicoba penelitian penambahan abu sekam padi pada campuran beton dengan ditambah bahan kimia lainnya untuk

meningkatkan nilai kuat tekan beton sehingga dapat mengurangi limbah pada abu sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahda, N., & Zulkarnain, F. (2024). *Analysis of The Substitution of Coconut Shell Ash and Glass Powder in Cement Mixtures with Sikafume Additives on The Compressive Strength of Concrete*. 16(2), 241–250.
- Dewi, Sari Utama, and Sigit Renaldi. 2024. "Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton K-175 Effect of Using Rice Husk Ash on the Compressive Strength of K- 175 Concrete." 09.
- Farhan, Muhammad, Muhammad Nuklirullah, and Fetty Febriasti Bahar. 2023. "Pengaruh Penggunaan Abu-Sekam Padi Sebagai Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan Beton." *Jurnal Teknik* 21(1): 58–67.
- Isa, Elfidah, & Martini, S. (2024). Variasi Persentase Pozzolan Sillica Fume Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Performa Kuat Tekan Beton. Seminar Nasional Dan Teknologi 2024, April, 1–11
- Juwanda, Diky. "Pengaruh Daya Tarik Beton Akibat Penambahan Superplaticizer Viscocrete 8670-Mn Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Studi Penelitian)." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]* 1.4 (2021).
- Malasyi, Syibril, and Wesli Wesli. "Analisis pengaruh penggunaan abu jerami terhadap kuat tekan beton." *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil* 4.2 (2014).
- Mulyono, T. (2017). Pengujian Agregat Beton: Seri 2: Uji Laboratorium Bahan Beton dan Beton. Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Cocrete Techonology Second Edition*(IssueBuild. Res. Inf. 19 (2010) 210–211)
- Putri, A. P., & Tobing, A. K. (2018). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Subtitusi Bahan Ramah Lingkungan. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 3(2), 105–109
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- Rommel, E., Rusdianto, Y., Utari, R. P., & Riyanto, A. S. (2017). Pengaruh Pemakaian FlyAsh Terhadap Karakteristik Beton Busa (Tinjauan Pada Konduktivitas Termal Dan Sound Absorption Beton). Seminar Nasional

- Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA) 2017, 1–8.
- SNI 03-2834. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- SNI 7656:2012: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa. Badan Standarisasi Nasional. Bandung., 3.
- Sujivorakul, C., Jaturapitakkul, C., & Taotip, A. (2011). Utilization of Fly Ash, Rice Husk Ash, and Palm Oil Fuel Ash in Glass Fiber–Reinforced Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 23(9), 1281–1288. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0000299](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0000299)
- Zulkarnain, F., & Maulidza, L. (2024). Pengujian Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *DedikasiMU : Journal Of Community Service*, 6(3), 337-345. <https://doi:10.30587/dedikasimu.v6i3.82876>
- Zulkarnain, F., & Putri, F. (2021). *Pengaruh Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Subtitusi Pengganti Semen Sikafume Terhadap Pengujian Kuat Tekan Beton Normal*. 3, 16–17.
- Zulkarnain, F., Batubara, A. A., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Utara, S., & Medan, K. (2024). *Pengaruh Penggunaan Zeolit dan Serat Agave Sisalana Terhadap Kuat Tekan Dengan Metode Self Compacting Concrete (SCC)*. 30(1), 135–143. <https://doi.org/10.14710/mkts.v30i1.57981>
- Zulkarnain, F., Kamil, B., Utara, S., & Kapten Mukhtar Basri No, J. (2021). Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut*, 1–10. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Zulkarnain, F., Six, R., & Parinduri, R. (2024). *Perbandingan Penambahan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus dan Penggunaan SikaFume ® Terhadap Kuat Tekan Beton*. 6(2), 316–323.

LAMPIRAN

1. DATA
2. DOKUMENTASI

A. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel L1: Data Kuat Tarik Belah Beton

LAPORAN PENGUJIA KUAT BELAH BETON SNI 03-2491-2002

Penguji : Budi Andika Pratama

Jenis Benda Uji : Silinder, d=15 cm t:30 cm

Mutu Benda Uji : 25 Mpa

Jumlah Benda Uji : 21

No	Identitas Benda Uji	Dimensi			Luas Bidang Tekan	Tanggal		Umur Sampel Uji (Hari)	Berat Sampel (Kg)	Beban Tekan Aktual (Kn)
		L (mm)	D (mm)	L/D		Cetak	Uji			
1	BASP 1	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,76	40
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,73	100
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,70	100
1	BASP 2	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,50	120
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,57	130
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,54	120
1	BASP 3	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,27	110
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,55	100
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,61	120
1	BASP SF 1	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,80	90

Tabel L1: *Lanjutan*

LAPORAN PENGUJIA KUAT BELAH BETON
SNI 03-2491-2002

Penguji : Budi Andika Pratama
Jenis Benda Uji : Silinder, d=15 cm t:30 cm
Mutu Benda Uji : 25 Mpa
Jumlah Benda Uji : 21

No	Identitas Benda Uji	Dimensi			Luas Bidang Tekan	Tanggal		Umur Sampel Uji (Hari)	Berat Sampel (Kg)	Beban Tekan Aktual (Kn)
		L (mm)	D (mm)	L/D		Cetak	Uji			
2	BASP SF 1	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,99	120
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	10,75	110
1	BASP SF 2	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,80	70
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,36	40
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,54	70
1	BASP SF 3	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,68	100
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,64	170
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,71	160
1	BASP SF 4	300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,11	70
2		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,19	100
3		300	150	2	17662.5	08-12-2025	23-01-2026	28	11,32	90

B. Dokumentasi



Gambar L2: Menimbang volume semen



Gambar L3: Mencampur adonan beton



Gambar L3: Menimbang agregat kasar



Gambar L4: Mengukur tinggi slump



Gambar L5: Compression Machine Test



Gambar L6: Benda uji yang sudah dilakukan tes



Gambar L7: Menimbang benda uji