

**SEMINAR HASIL**  
**PENELITIAN MENGENAI KUAT TEKAN BETON YANG**  
**MENGANDUNG ABU SEKAM PADI DENGAN PERENDAMAN AIR**  
**KAPUR**  
*(Studi Penelitian)*

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

**Disusun Oleh:**

**ADIDTIA RAMADHAN**  
**2007210097**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2024**

## **ABSTRAK**

### **PENELITIAN MENGENAI KUAT TEKAN BETON DENGAN YANG MENGADUNG ABU SEKAM PADI DENGAN PERENDAMAN AIR KAPUR**

Adiditia Ramadhan

2007210097

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

Penelitian ini bertujuan untuk mendorong pengaruh penambahan abu sekam padi (ASP) pada campuran beton terhadap kuat tekan beton yang direndam dalam air kapur. ASP digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan persentase yang bervariasi (3%, 5%, dan 7%). Penelitian ini dilakukan untuk menemukan komposisi optimal yang dapat meningkatkan kekuatan tekan beton dan mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan bahan semen tradisional. Pengujian dilakukan pada beton dengan kuat tekan awal 20 MPa pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ASP dapat meningkatkan kuat tekan beton pada persentase tertentu, dengan hasil optimal pada pencampuran dengan ASP 3%. Perendaman beton dalam air kapur juga berpengaruh positif terhadap peningkatan kuat tekan, terutama pada beton dengan ASP. Studi ini menunjukkan potensi penggunaan ASP sebagai bahan tambahan yang efektif dan ramah lingkungan dalam pembuatan.

**Kata kunci:** Abu Sekam Padi, Beton, Kuat Tekan Beton, Curing, Kapur.

## ABSTRAK

### PENELITIAN MENGENAI KUAT TEKAN BETON DENGAN YANG MENGADUNG ABU SEKAM PADI DENGAN PERENDAMAN AIR KAPUR

Adiditia Ramadhan

2007210097

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

*This research aims to determine the effect of adding rice husk ash (ASP) to the concrete mixture on the compressive strength of concrete soaked in lime water. ASP is used as a partial cement replacement material with varying percentages (3%, 5% and 7%). This research was conducted to find the optimal composition that can increase the compressive strength of concrete and reduce the environmental impact of using traditional cement materials. Tests were carried out on concrete with an initial compressive strength of 20 MPa at ages 7, 14 and 28 days. The research results show that the addition of ASP can increase the compressive strength of concrete at a certain percentage, with optimal results when mixed with 3% ASP. Soaking concrete in lime water also has a positive effect on increasing compressive strength, especially in concrete with ASP. This study shows the potential of using ASP as an effective and environmentally friendly additive in manufacturing.*

**Keywords:** *Rice Husk Ash, Concrete, Compressive Strength of Concrete, Curing, Lime.*

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Adidtia Ramadhan

Npm : 2007210097

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Penelitian Mengenai Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Sekam Padi Dengan Air Kapur

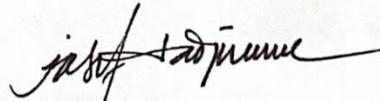
Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



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

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Adidtia Ramadhan

Npm : 2007210097

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Penelitian Mengenai Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Sekam Padi Dengan Air Kapur

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 24 Februari 2024

Mengetahui dan Menyetujui  
Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II



Ir. Ade Fajsal, S.T., M.Sc., Ph.D



Ir. Sri Prafanti, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc.Prof.Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Adidtia Ramadhan  
Tempat, Tanggal Lahir : Aras Kabu, 26 November 2002  
Npm : 2007210097  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang Berjudul: "Penelitian Mengenai Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Sekam Padi Dengan Air Kapur."

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

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

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

Medan, 24 Februari 2024

Saya yang menyatakan



Adidtia Ramadl



## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Penelitian Mengenai Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Sekam Padi Dengan Perendaman Air Kapur” ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Ijazah Sarjana pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Sri Prafanti, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc.Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terimakasih yang istimewa kepada Kedua Orang Tua tercinta Mahmud dan Nur'Aini S.Ag yang telah bersusah payah mendidik saya serta menjadi penyemangat saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
10. Terimakasih juga kepada adik saya Azahra yang telah terus mendukung saya dalam mengerjakan tugas akhir saya ini.
11. Sahabat-sahabat penulis yaitu Wahyu Nugraha, Febi Andira, Husni Fajar Nauli Munthe, dan juga seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 24 Februari 2024

Penulis

Adiditia Ramadhan

## DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1	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	2
BAB 2	3
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pengertian Beton	3
2.2. Hidrasi Semen	4
2.3. Material Campuran Beton	4
2.4. Slump Test	10
2.5. Perawatan Beton	11

2.6.	Pengujian kuat tekan	11
2.7.	Kapur	12
BAB 3		13
METODE PENELITIAN		13
3.1.	Metode Penelitian	13
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.3.	Variabel penelitian	14
3.4.	Intrumen Penelitian	14
3.5.	Tahapan Penelitian	17
3.6.	Perencanaan beton	21
3.7.	Metode Pengumpulan Data	23
3.8.	Metode analisa data	23
BAB 4		25
HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1.	Hasil Penelitian	25
4.2.	Pembuatan Mix Design	35
4.3.	Pengujian beton segar	37
4.4.	Pembahasan	43
BAB 5		47
KESIMPULAN		47
5.1.	Kesimpulan	47
5.2.	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Susunan unsur semen biasa.	5
Tabel 2. 2 Zat-zat penyusun utama semen portland.	5
Tabel 2. 3 Komposisi abu sekam padi	10
Tabel 3. 1 Metode perawatan benda uji.	14
Tabel 3. 2 Tabel Mix Design	22
Tabel 4. 1 Hasil berat jenis dan penyerapan Air	25
Tabel 4. 2 Hasil Analisa saringan Agregat kasar	26
Tabel 4. 3 Batas gradasi Agregat kasar	27
Tabel 4. 4 Hasil kadar lumpur Agregat kasar	28
Tabel 4. 5 Hasil berat isi Agregat kasar	29
Tabel 4. 6 Hasil kadar air Agregat kasar	30
Tabel 4. 7 Hasil berat jenis dan penerapan air Agregat halus	30
Tabel 4. 8 Hasil analisa gradasi Agregat halus dengan batas zona 2	31
Tabel 4. 9 Daerah gradasi Agregat halus	32
Tabel 4. 10 Lanjutan Daerah gradasi Agregat halus	32
Tabel 4. 11 Hasil kadar lumpur Agregat halus	33
Tabel 4. 12 Hasil berat isi dengan cara lepas,rojok, dan cara pengoyangan	34
Tabel 4. 13 Lanjutan Hasil berat isi dengan cara lepas,rojok, dan cara pengoyangan	34
Tabel 4. 14 Hasil kadar air Agregat halus	35
Tabel 4. 15 Perencanaan campuran Beton SNI03-2834-2000	35
Tabel 4. 16 Volume perbandingan ASP & Semen portland untuk kebutuhan 2 silinder	36
Tabel 4. 17 Hasil uji Slump test rata-rata Beton segar	38
Tabel 4. 18 Kuat tekan Beton Normal	39
Tabel 4. 19 Kuat tekan Beton campuran ASP 3%	39
Tabel 4. 20 Kuat tekan Beton campuran ASP 5%	40
Tabel 4. 21 Kuat tekan Beton campuran ASP 7%	40

Tabel 4. 22 Perbandingan Beton normal dan ASP 7Hari	41
Tabel 4. 23 Perbandingan Beton normal dan ASP 14Hari	42
Tabel 4. 24 Perbandingan Beton normal dan ASP 28Hari	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Proses Pembakaran Abu Sekam Padi	20
Gambar 3. 2 Abu Sekam Padi Yang Lolos Saringan	20
Gambar 3. 3 Bagan Alir	48
Gambar 4. 1 Grafik gradasi Agregat Kasar	27
Gambar 4. 2 Grafik Analisa Agregat halus	33
Gambar 4. 3 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat tekan Beton silinder 15x30	37
Gambar 4. 4 grafik perbandingan beton Normal dengan Beton ASP 7hari	41
Gambar 4. 5 Perbandingan Beton Normal dan ASP 14 Hari	42
Gambar 4. 6 Perbandingan Beton Normal dan ASP 28 Hari	43
Gambar 4. 7 persentase kenaikan beton 7 hari 14 hari dan 28 hari	45

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar belakang

Beton adalah semen mentah yang dibuat dengan menghancurkan dan membakar gipsun dan kapur. Bahan tersebut diperbaiki, dikombinasikan dengan bahan lain, pada akhirnya berubah menjadi beton modern. Beton saat ini dibuat dengan semen Portland, agregat kasar dan halus dari batu dan pasir, dan air. Pencampuran bahan kimia sering terjadi agar bisa mengontrol pengaturan sifat karakteristik beton dan digunakan terutama ketika menempatkan beton di tempat yang ekstrim, seperti suhu tinggi atau rendah, kondisi berangin dan lain lain (Mulyadi, 2022).

Beton pada umumnya digunakan untuk konstruksi rumah, gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Karakteristik beton yang memiliki densitas sebesar 2,0-2,5 gr/cm, dan kuat tekan 3-50 Mpa. Beton tergolong yang cukup berat untuk satu panel berukuran 240 x 60 x 6 cm, dengan bobot sekitar 100-125 Kg (Herdiansyah. Ria Pangaribuan, 2013).

Abu sekam padi (Rice Husk Ash, RHA) mengandung senyawa yang berguna dalam aplikasi beton, terutama karena tingginya kandungan silika amorf ( $\text{SiO}_2$ ). Silika amorf dalam abu sekam bereaksi dengan kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) yang terbentuk selama proses hidrasi semen untuk membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang meningkatkan kekuatan dan daya tahan beton. Penambahan RHA dapat mengisi rongga-rongga kecil dalam beton, sehingga mengurangi porositas dan meningkatkan ketahanan terhadap permeabilitas air dan bahan kimia agresif (Soeswanto & Lintang, 2011).

## **1.2. Rumusan masalah**

Apa pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton dan perendaman pada air kapur terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh perendaman beton dengan air kapur dan pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.

## **1.4. Batasan Masalah**

Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu melakukan batasan masalah

1. Penelitian dilakukan pada beton dengan kuat awal adalah 20 Mpa pada umur 7,14,28 hari.
2. Metode perencanaan campuran adukan beton mengacu pada SNI-03-2834-2022.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Dari hari perencanaan dapat mengetahui beberapa presentasi penambahan abu sekam padi yang sesuai untuk perencanaan mutu beton

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Beton

Beton terbuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Beton salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pekerjaan struktur bangunan di Indonesia karna ada banyak sekali keuntungan yang diberikan , anantara lain bahan pembentuknya relative lebih mudah dibentuk, mudah di proleh, mampu memikul beban berat, tahan terhadap tempratur yang tinggi, serta biaya pemeliharaan yang kecil dibandingkan umur pemakaian. Pada umumnya kuat tekan beton sangat di pengaruhi oleh material penyusu, sifat material penyusun yang sangat berperan dalam kuat tekan beton adalah gradasi agregat penyusun. Benar dalam pembuatan beton ialah perencanaan komposisi campuran beton, yang merupakan penentu kualitas beton (Polii, 2015).

Beton biasanya digunakan untuk struktur beton bertulang, bagian beton penahan bebam, contohnya kolom, balok, dinding yang menahan beban, dan sebagainya. Biasanya kuat tekan beton berkisar antara lain 15-30 MPa. Biasanya agregat ukuran maksimum dan gradasi butir akan mempengaruhi *workabilitas*, *durabilitas*, serta kuat tekan beton (Widodo & Basith, 2017).

Agar dapat merancang kuat beton dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi (rendah dalam biaya) dan memenuhi aspek Teknik. (memenuhi kekuatan struktur), seorang perencanaveton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi kriteria. Perancangan beton harus memenuhi kriteria kriteria perancangan standart yang berlaku. Peraturan dan cara perancangan tersebut antara lain ASTM, ACI, JIS, ataupun SNI. Selain itu beton yang direncanakan harus memenuhi kriteria antara lain, tahan lama atau awet

(*durability*), murah (*aspecteconomic cost*) dan tahan haus (SNI-2493-2011, 2011).

## **2.2. Hidrasi Semen**

Beton ini memiliki sifat khusus, yaitu selama proses pengerasan, beton tersebut mengalami kenaikan temperatur (suhu) sampai batas tertentu sebagai akibat pelepasan panas hidrasi semen portland. Kenaikan suhu pada beton bisa mencapai 85<sup>0</sup>C pada bagian dalamnya.

Ukuran beton yang besar/tebal dan karena beton memiliki sifat “poor Thermal Conductivity”, maka suhu tidak cepat turun, sehingga terjadinya perbedaan suhu yang cukup besar antara bagian dalam dan bagian permukaan beton, dan apabila hal ini tidak dapat diantisipasi maka permukaan beton akan mengalami retakan-retakan yang dapat berlanjut kebagian dalam beton. Suhu beton segan yang diijinkan dalam pekerjaan mass concrete adalah 35<sup>0</sup>C dan perbedaan tempratur beton anantara lapisan inti, permukaan dan dasar < 20<sup>0</sup>C (Rochaeti, 2014 ).

## **2.3. Material Campuran Beton**

Material yang akan digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dan apabila diperlukan dapat menambahkan bahan tambaha dengan presentase tertentu. Pada campuran ini, akann digunakan abu sekam padi sebagai bahan tambahan. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik agar dapat memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material yang akan digunakan antara lain:

### **2.3.1 Semen**

Semen adalah bahan pengikat hidrolis yang terbuat dari penggilingan (klinger) dan gips, bila dicampurkan air didiamkan akan mengikat, mengeras, membatu dan direndam didalam air tidak larut. Bahan peyusun semen dari bahan

yang terutama mengandung kapur, silika dan oksidasi besi, maka bahan-bahan itu menjadi unsur pokok semen, yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Susunan unsur semen biasa.

Oksida	KOMPOSISI (% Berat)
Kapur (CaO)	60-67%
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5-6,0%
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17-25%
Alumunia (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8%
Magnesia (MgO)	0,1-6,0%
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1-2

- Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan dan rumus kimia dan penamaan semen untuk zat-zat penyusun utama dari semen portland dapat dilihat Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Zat-zat penyusun utama semen portland.

Mineral	Rumus Kimia	Komposisi Dalam Bentuk Oksidasi	Singkatan
Terikalsium silikat	Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S
Dikalsium silikat	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S

Mineral	Rumus Kimia	Komposisi Dalam Bentuk Oksidasi	Singkatan
Trikalsium aluminat	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_5$	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$
Tetrakalsium aluminoforit	$\text{C}_4\text{A} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{N}_7$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$

- Semen pozolan adalah semen dengan kandungan silikat yang sangat tinggi, sedikit kurang kompak (*slight consolidate*) berbentuk butiran yang halus seperti debu vulkanik dan tanah diatom yang memiliki sifat dapat bereaksi dengan kapur dalam larutan bersifat kalsium silikat yang tidak mudah larut sehingga bersifat seperti semen yang mengalami proses pengerasan. Material pozolan dapat dibedakan atas 3 kelas yaitu:

1. Klas N, ialah hasil kalsinasi dari pozolan alam seperti tanah diatom, shale, tuft, dan batu apung.
2. Klas F, ialah *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit pada suhu 15600C.
3. Klas C, adalah hasil pembakaran lignit atau batu bara dengan kadar karbon 60%. *Fly ash* ini mempunyai sifat semen dengan kadar kapur diatas 10%.

Namun demikian, jika jumlah material pozolan dalam campuran terlalu sedikit, hal ini akan meningkatkan daya ekspansi dari campuran beton karena reaksi alkali-silika yang terkandung dalam campuran. Oleh karna itu penentuan kandungan material pozolan yang dapat dicampur tergantung dimana campuran tersebut akan digunakan serta spesifikasinya. besarnya *pozzolanic activity index* pada material pozolan ditentukan oleh besarnya kandungan *amorphous silica glass* atau dikenal dengan *active silica* (Waani & Elisabeth, 2017).

- Semen pozolonic adalah campuran semen pozolan dan semen portland
- Semen slaq adalah semen yang dihasilkan dari produksi samping
- Semen alumina adalah semen yang terdiri atas jumlah besar alumunia dan besi sebagai pengganti silikat dan oksida asam
- Semen *masonry* adalah campuran semen portland dengan suatu senyawa tambahan, seperti silikat, tanah batu kapur, lanahliat dan rosedele atau semen alam dalam jumlah sedikit
- Semen berwarna adalah semen portland putih biasa atau semen portland abu-abu yang ditambah zat pewarna (*pigmen*)
- Semen pemboran oli (Oil Well Cement) adalah semen yang digunakan atau dipakai untuk sumur-sumur minyak bumi dan gas alam dengan kedalaman sumur lebih dari 1800.

### **2.3.2 Agregat**

Mengingat agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat amat akan dipengaruhi kualitas beton, yaitu beton yang *workable* (mudah dikerjakan), kuat dan ekonomis.

#### **2.3.2.1 Agregat kasar**

Agregat kasar adalah batuan berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, tearak sanur tiup atau kombinasi diantaranya sesuai dengan spesifikasi yang diijinkan. Ukuran agregat kasar adalah semua butiran yang tertahan di saringan diatas 4,76 mm.

Kuat tekan beton dengan ukuran butiran yang lebih besar mempunyai nilai kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran butiran kecil. Ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti dari gradasi ukuran agregat yang mempengaruhi pada kepadatan dan tingkat porositas beton. Gradasi agregat mempengaruhi faktor yang harus diperhatikan. Butiran (gradasi) yang baik dapat

menghasilkan kepadatan (*density*) maksimum dan porositas (*voids*) minimum (Purwati, 2014).

### **2.3.2.2 Agregat halus**

Agregat halus adalah pasir yang digali didasar sungai, cocok digunakan sebagai pembuatan beton. Pasir ini terbentuk pada saat batu-batuan dibawa arus sungai dari sumber air ke muka air, alibat tergulung dan terkikis akhirnya membentuk butiran-butiran halus. Agregat halus (pasir) umumnya yang digunakan untuk campuran beton antara 25-35% dengan volume total agregat, sedangkan sisahnya untuk agregat kasar (batu pecah) (Zuraidah, 2012).

Partikel yang halus akan menghasilkan kuat tekan yang relatif lebih tinggi. Ini disebabkan peningkatan kepadatan dari campuran mortar, sementara luasan agregat pada mortar berkurang. Sifat deformasi pada beton segan dapat diperoleh dengan mengoptimalkan penggunaan bahan yang berbutir halus dengan menurunkan penggunaan komponen agregat kasar. Semakin tinggi jumlah butir halus yang digunakan akan menyebabkan viskositas semakin tinggi pula, sehingga akan semakin besar energi yang dibutuhkan campuran beton tersebut untuk dapat mengalir. Semakin rendah butir halus yang digunakan menyebabkan viskositas semakin rendah pula, dimungkinkan terjadi segregasi serta *aggregate blocking* (Andriawan & Kristiawan, 2014).

### **2.3.3 Air**

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton. Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjannya. Kadar air yang terkandung pada agregat sangat sulit ditentukan harus diuji terlebih dahulu. Kondisi agregat (*split*/kerikil dan pasir) ini dapat berupa kering udara atau basah. Kadar air yang berbeda-beda pada agregat mengakibatkan pengurangan atau penambahan air terhadap campuran sehingga air semen yang sudah direncanakan

juga mengalami perubahan sehingga memiliki kuat tekan beton yang beragam (Ginting, 2012).

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang terkandung di agregat dengan berat dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen (SNI 03-1971-1990, 1990). Penambahan air terhadap campuran sehingga air semen yang sudah direncanakan juga mengalami perubahan sehingga memiliki kuat tekan beton yang beragam (Ginting, 2012).

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang terkandung di agregat dengan berat dalam keadaan kering yang dinyatakan dalam persen (SNI 03-1971-1990, 1990)

Faktor air semen atau water to cementious ratio, adalah rasio total berat air (termaksud air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat semen total pada campuran beton. Semakin kecil nilai FAS maka akan menghasilkan kuat beton yang semakin baik pula. Beton yang menggunakan nilai FAS yang besar, lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya campuran beton yang menggunakan nilai FAS kecil, akan membutuhkan banyak pasta semen. Jelas bahwa nilai FAS dalam suatu campuran beton erat sekali kaitanya dengan jumlah semen yang diperlukan dalam campuran beton, dan mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri (Sari, 2015).

#### **2.3.4 Abu Sekam Padi**

Abu sekam padi, yang merupakan limbah industri dari pembakaran sekam padi, terdiri dari partikel halus dan berperilaku sebagai material pozzolan. Karena kandungan bahan pozzolan ini, abu sekam padi dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air untuk membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Dengan sifat pozzolan tersebut, abu sekam padi memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi (Ciptasari, 2017)

RHA mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) yang dihasilkan dari reaksi hidrasi semen. Reaksi ini disebut sebagai reaksi pozzolan dan menghasilkan lebih banyak kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang merupakan komponen utama yang memberikan kekuatan pada beton (Soeswanto & Lintang, 2011)



Komposisi abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Komposisi abu sekam padi

Material	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Abu Sekam Padi	93,2	0,4	0,1	1,1	0,1	0,1	1,3

#### 2.4. Slump Test

Slump beton adalah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton yang bertujuan untuk angka slump. Pengujian ini dilakukan untuk beton segar yang mewakili campuran beton. Pengujian ini digunakan dalam pekerjaan perencanaan campuran beton dan pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan (SNI 03-1972-1990, 1990).

Terdapat tiga macam kemungkinan bentuk penurunan (*slump*) yang ditemui saat pelaksanaan uji slump, yaitu:

1. Slump ideal, apabila kerucut beton mengalami penurunan yang seimbang di setiap sisinya.
2. Slump geser, apabila sebagian kerucut beton meluncur kebawah di sepanjang bidang miring.
3. Slump runtuh, terjadi ketika campuran beton normal yang kurang kohesif.

## 2.5. Perawatan Beton

perawatan atau (curing) beton dapat dilakukan dengan beberapa metode sesuai dengan jenis dan kondisi elemen struktur yang dirawat. Elemen struktur diantaranya dapat berupa kolom, balok, dan pelat lantai. Perawatan beton di labor dengan merendam beton di dalam air, sedangkan dilapangan ada yang dilakukan dengan membungkus beton dengan plastik putih atau plastik hitam, membasahi permukaan beton dengan air, dan menutupi permukaan beton dengan karung goni basah (Mulyati & Arkis, 2020).

Pada penelitian ini digunakan metode perawatan beton dengan merendam beton di dalam air biasa untuk beton normal dan di dalam air kapur untuk beton dengan Abu Sekam Padi.

## 2.6. Pengujian kuat tekan

Kuat tekan (*Compressive Strength*) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-rata tergantung pada karakteristik pemakaian semen, penggunaan bahan lain pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan. Melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Uiversal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat dengan tegangan yang di hasilkan sebesar:

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

Dimana:

$f$  (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian  
 $P$  (Kg/cm<sup>2</sup>) = Beban tekan (Kg)  
 $A$  = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

## 2.7. Kapur

Kapur hydrated lime atau kapur lumpur merupakan produk sampingan asetilena melalui hidrolisis kalsium karbida. Kapur ini dihasilkan sebagai bubuk berair dan sebagian besar terdiri dari kalsium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ = 85-95%) sebagian kecil Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ =1-10%), karbon yang tidak bereaksi dan silikat (1-3%). Meskipun bukan yang berbahaya, pengelolaan dan pembuangannya memerlukan kehati hatian yang khusus karna lumpur yang sangat basah ( $\text{pH}>12$ ) dapat mengandung logam (Mg, Br, Sr, Cd, Cu, Pb, Fe, Mn, Ni dan Zn).

Dalam mortar semen dan gipsun kalsium hidroksida sering dicampur untuk meningkatkan plastisitas dan retensi air. Namun, karbonasi kalsium hidroksida memungkinkan penggunaannya sebagai pengikat utama dalam mortar dan plaster kapur pasir, presipitasi kristal karbonat menghasilkan pengerasan dan pengembangan kekuatan (Cardoso , 2009).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah ilmu atau cara yang kita gunakan untuk memperoleh kebenaran dengan menggunakan penelusuran dengan tata cara dalam menentukan kebenaran. Metode yang digunakan adalah dengan metode eksperimen. Penelitian experiment pada dasarnya didefinisikan sebagai metode penelitian sistematis untuk membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat. Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. Kemudian melakukan studi literatur, mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambahan dan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Penelitian yang dilakukan adalah pengumpulan data sekunder pengujian bahan dasar Agregat dan melakukan pengujian bahan dasar Agregat yang akan digunakan dalam perencanaan pembuatan beton.

Eksperimen dapat diartikan dalam melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perubahan suatu variable yang diteliti. Penelitian ini menganalisa tentang pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai upaya pengurangan penggunaan semen Portland pada beton normal, menggunakan campuran (mix design) menggunakan SNI 7656-2012. Penambahan perbandingan abu sekam padi 0%, 3%, 5%, 7% dengan variable perawatan (curing) dan umur benda uji.

#### **3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Lokasi penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

### 3.3. Variabel penelitian

Variabel penelitian ini adalah cara perawatan dan umur benda uji:

Tabel 3. 1 Metode perawatan benda uji.

Variable perawatan	Kode benda uji	Abu sekam padi (RHA)	Uji kuat tekan beton		
			7hari	14hari	28hari
Perendaman dengan air	RHA 0%	Beton normal	3	3	3
	RHA 3%	Abu sekam padi3%	3	3	3
	RHA5%	Abu sekam padi5%	3	3	3
	RHA7%	Abu sekam padi7%	3	3	3
<b>Jumlah</b>			12	12	12
<b>Jumlah total</b>			36		

### 3.4. Intrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini meliputi alat dan bahan yang diperlukan untuk proses pembuatan serta pengujian beton. Alat-alat yang digunakan antara lain cetakan beton dengan ukuran tertentu, timbangan digital untuk mengukur massa material, dan alat uji kuat tekan beton seperti mesin uji tekan. Selain itu, digunakan pula peralatan untuk perendaman seperti bak penampung air kapur dan alat pengaduk untuk mencampur abu sekam padi dengan komponen beton lainnya.

### **3.4.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### **3.4.1.1 Satu set saringan**

Saringan digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus dan kasar agar ditentukan nilai kehalusan butiran agregat.

#### **3.4.1.2 Timbangan / Neraca**

Timbangan yang bisa digunakan berkapasitas maksimal 12kg dan 50kg, digunakan untuk menimbang masing-masing berat komposisi campuran beton.

#### **3.4.1.3 Piknometer**

Digunakan untuk pemeriksaan berat jenis Saturated Surface Dry (SSD), berat jenis kering, berat jenis jenuh dan penyerapan untuk pasir.

#### **3.4.1.4 Bejana**

Digunakan untuk pemeriksaan berat volume pasir.

#### **3.4.1.5 Cetakan silinder**

Gunakan untuk membentuk sampel beton dalam bentuk silinder yang akan diuji untuk mengukur kekuatan tekan dan sifat-sifat lainnya.

#### **3.4.1.6 Molen**

*Concrete mixer*, adalah alat yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan beton, seperti semen, agregat (pasir dan kerikil), serta air. Fungsi utama dari molen adalah untuk menghasilkan campuran beton yang homogen, yang penting untuk mendapatkan kekuatan dan kualitas beton yang baik.

#### **3.4.1.7 Satu Set Uji Slump**

Digunakan untuk mengukur konsistensi dan kekentalan beton segar. Uji ini membantu menentukan apakah campuran beton cukup plastis dan mudah dikerjakan tanpa terlalu banyak mengalir atau terlalu kaku.

#### **3.4.1.8 Mesin tekan beton**

Digunakan untuk menguji kekuatan tekan beton. Pengujian ini penting untuk menentukan apakah beton memenuhi spesifikasi kekuatan yang diperlukan untuk proyek konstruksi.

### **3.4.2 Bahan Baku**

#### **3.4.2.1 Agregat kasar**

Digunakan dalam campuran beton untuk memberikan kekuatan, kestabilan, dan struktur pada beton. Agregat kasar terdiri dari butiran-butiran batu yang lebih besar dibandingkan agregat halus seperti pasir. Batu yang lolos saringan 10-30 mm.

#### **3.4.2.2 Agregat halus**

Digunakan dalam campuran beton untuk mengisi celah-celah antara agregat kasar dan memberikan kekompakan pada beton. Agregat halus umumnya terdiri dari butiran kecil seperti pasir. Pasir alam yang diambil di sungai ular yang lolos 2,4 mm.

#### **3.4.2.3 Semen portland**

Digunakan dalam konstruksi beton dan mortar. Nama "Portland" berasal dari jenis batuan dari Portland, Inggris, yang memiliki warna dan kualitas serupa dengan semen ini.

#### **3.4.2.4 Air**

Dalam campuran beton air memainkan peran penting dalam proses hidrasi semen. Air jernih yang tidak memiliki warna dan tidak memiliki bau sumber air lab UMSU.

#### **3.4.2.5 Bahan campuran semen**

Penggunaan abu sekam padi yang lolos saringan 200-400.

### **3.5. Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur guna memastikan keakuratan dan kesesuaian hasil yang diperoleh dengan tujuan penelitian. Tahapan-tahapan tersebut meliputi:

#### **3.5.1 Peralatan dan Bahan**

Mempersiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan agar sebuah penelitian pembuatan beton dengan teliti secara detail.

#### **3.5.2 Pemeriksaan kadar Air Agregat kasar**

1. Berat sample SSD + Berat wadah ( W1)
2. Berat sample kering oven + berat wadah (W2)
3. Berat wadah (W3)
4. Berat air = (W1+W2) (3.1)

5. Kadar air =  $\frac{\text{Berat air}}{\text{Berat sample kering oven}} \times 100\%$  (3.2)

#### **3.5.3 Pemeriksaan kadar Air Agregat Halus**

1. Berat sampel SSD + Berat wadah (W1)
2. Berat sampel kering oven + berat wadah (W2)
3. Berat wadah (W3)

$$4. \text{ Berat air} = (W1+W2) \quad (3.3)$$

$$5. \text{ Kadar air} = \frac{\text{Berat Air kadar Air}}{\text{Berat sampel kering oven}} \times 100\% \quad (3.4)$$

#### 3.5.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

1. Berat sampel kering (A)
2. Berat sampel kering setelah dicuci (B)
3. Berat kotoran Agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(C)=A-B \quad (3.5)$$

4. Persentase kotoran Agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(D)=\frac{C}{A} \times 100 \quad (3.6)$$

#### 3.5.5 Pemeriksaan kadar lumpur Agregat halus

1. Berat sampel kering (A)
2. Berat sample kering setelah dicuci (B)
3. Berat kotoran Agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(C) = A-B \quad (3.7)$$

4. Persentase kotoran Agregat lolos saringan No.200

$$(D)=\frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.8)$$

#### 3.5.6 Berat jenis dan penyerapan Agregat kasar

$$1) \text{ Bulk grafity dry (Berat jenis Kering)} \frac{C}{A-B} \quad (3.9)$$

$$2) \text{ Bulk grafity SSD (Berat jenis Semu)} \frac{A}{A-B} \quad (3.10)$$

$$3) \text{ Apparent spesific grafity (Berat jenis Semu)} \frac{C}{C-B} \quad (3.11)$$

$$4) \text{ Absorbtion (Penyerapan)} \frac{C}{(A-B)} \times 100\% \quad (3.12)$$

Keterangan :

A = Berat sampel SSD kering permukaan jenuh

B = Berat sampel SSD jenuh

C = Berat sampel SSD kering oven

### 3.5.7 Berat jenis dan penyerapan Agregat halus

1. Bulk grafiti dry (Berat jenis kering)  $\frac{E}{B+D-C}$  (3.13)

2. Bulk grafiti SSD (Berat jenis SSD)  $\frac{B}{B+D-C}$  (3.14)

3. Apparent spesific grafiti (Berat jenis semu)  $\frac{E}{E+D-C}$  (3.15)

4. Absorbtion (penyerapan)  $\frac{(B-C)}{E} \times 100\%$  (3.16)

Keterangan :

B = Berat sampel SSD kering permukaan jenuh

C = Berat sampel SSD di dalam piknometer penuh air

D = Berat piknometer SSD kering oven

### 3.5.8 Berat isi Agregat kasar

1. Berat agregat + wadah (W1)

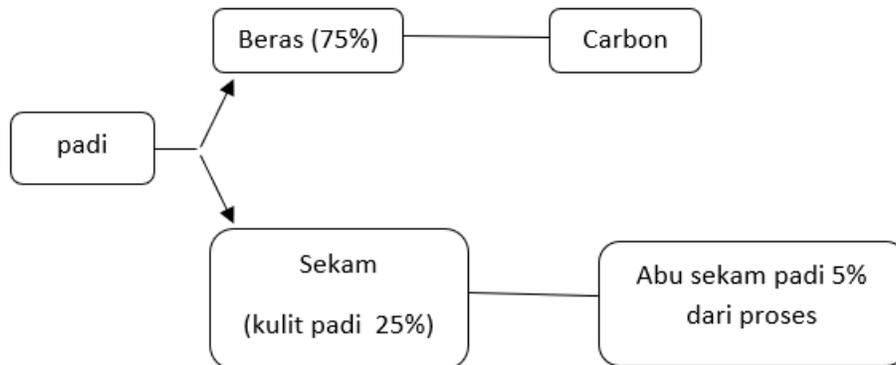
2. Berat wadah (W2)

3. Berat agregat (W3) = (W1-W2) (3.17)

4. Volume wadah (V)

5. Berat isi  $\frac{W3}{V}$  (3.18)

### 3.5.9 Proses Pembuatan Abu Sekam



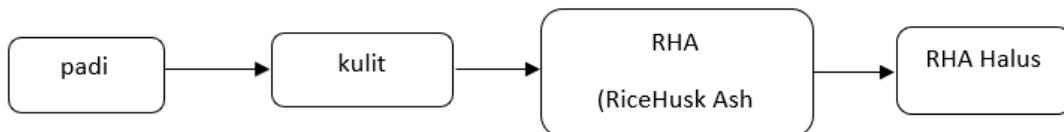
Gambar 3. 1 Proses Pembakaran Abu Sekam Padi

Keterangan :

A = Pembakaran

B = Pembakaran dengan temperature(400<sup>0</sup>c)

Abu sekam padi yang di peroleh dengan menghasilkan abu sekam padi yang lolos saringan 200. Sekam padi yang sudah dihasilkan tersebut dibakar dengan temperatur 400° C.



Gambar 3. 2 Abu Sekam Padi Yang Lolos Saringan

Keterangan :

A = Digiling

B = pembakaran dengan temperatur 400°C

C = Dihaluskan (200 – 400 Mesh)

Pada gambar diagram alur diatas dapat dilihat bahwa sekam padi yang sudah melakukan pembakaran, harus dihaluskan lagi hingga lolos kesaringan 200–400. Secara keseluruhan sekam keseluruhan sekam yang didapat dari padi hanya 5% nya saja atau sekitar 20% dari pembakaran sekam.

### 3.6. Perencanaan beton

Perencanaan beton melibatkan berbagai tahap dan pertimbangan untuk memastikan bahwa beton yang dihasilkan memiliki kekuatan, daya tahan, dan performa yang diinginkan.

#### 3.6.1. Mix Design

Penelitian ini mengambil topik tentang beton serat dengan menggunakan metode SNI. Dalam penelitian ini terdapat beberapa variasi dalam adukan beton, dengan menambahkan ASP (Abu Sekam Padi) sebagai pengganti sebagian semen yang diberikan secara konstan sebanyak 0%, 3%, 5%, dan 7%.

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Perencanaan campuran adukan beton menurut (SNI 03-2834-2000, 2000) sebagai berikut.

Menentukan kuat tekan Beton yang disyaratkan  $f_c'$  pada umur tertentu.

Menghitung deviasi standar.

Dengan : 
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.19)$$

S = Deviasi standar

$x_i$  = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$\bar{x}$  = Kuat tekan beton rata-rata menurut rumus 
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.20)$$

Tabel 3. 2 Tabel Mix Design

BAHAN	BETON NORMAL	BETON + ASP	PERENDAMAN BETON NORMAL	PERENDAMAN BETON + ASP
Semen	3,1 Kg	3,07 Kg + ASP 3%	AIR NORMAL	AIR + 5% Kapur
		2,94 Kg + ASP 3%		
		2,88 Kg + ASP 3%		
Kerikil	13 Kg	13 Kg		
Pasir	7 Kg	7 Kg		
Air	1,3 L	1,8 L		

### **3.7. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data ini bertujuan untuk menentukan metode paling tepat dalam pengumpulan data, sehingga mendapatkan data-data yang dibutuhkan dengan mudah tetapi tetap memenuhi syarat dan spesifikasi yang ditentukan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini :

#### 1. Metode studi pustaka

Studi pustaka adalah metode yang dilakukan dengan mengumpulkan, mengidentifikasi masalah, mengolah data dan metode kerja melalui buku, jurnal, laporan penelitian karya tulis ilmiah, serta lainnya.

#### 2. Metode eksperimen

Metode ini yang mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat hasil variabel yang diselidiki, agar menemukan kebenaran dan kemudahan. Penelitian ini melakukan perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan abu sekam padi dengan variasi 0%, 3%, 5% dan 7% untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi upaya pengurangan semen terhadap kuat tekan beton normal.

### **3.8. Metode analisa data**

Data analisa hasil penelitian dilakukan dengan cara:

1. Menghitung kuat tekan beton, dengan menggunakan rumus yang ada dan disajikan dalam tabel atau grafik
2. Mengetahui ada atau tidak adanya variabel perawatan beton dan umur benda uji terhadap perkembangan kekuatan beton pada umur 7 hari dan 28 hari dengan menggunakan air biasa dan air kapur, dan dengan penambahan abu sekam padi sebagai upaya pengurangan semen portland.
3. Mengetahui presentase optimal penggunaan abu sekam padi untuk upaya pengurangan penggunaan semen portland

4. Rencana campuran beton (*mix design*)nPerancangan campuran beton (*mix design*) dengan menggunakan mix design yang mengacu pada SNI 7656-2012 dengan mutu beton sedang, kuat tekan ( $f_c'$ ) beton yang dirancang 20 Mpa.

**BAB 4**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Penelitian**

Berdasarkan metode pengujian yang berlaku, maka penulisan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. Data-data pengujian yang di olah sebagai berikut :

**4.1.1. Pengujian Agregat kasar**

Pengujian material Agregat halus dan kasar merupakan pengujian awal yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik Agregat halus dan kasar sebelum melakukan Mix design beton mengacu pada ASTM dan SNI.

**4.1.1.1. Berat jenis**

Tabel 4. 1 Hasil berat jenis dan penyerapan Air

Agregat kasar	Sampel I	Sampel II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh (A)	2565	2550	2557,5	Gr
Berat contoh (SSD) kering oven (110) sampai konstan	2550	2552	2551	Gr
Berat contoh (SSD) di dalam air (B)	1620	1622	1621	Gr
BJ contoh kering (SSD) = $(C/(A-B))$	2,69	2,75	2,72	Gr
BJ contoh (SSD)= $(A/(A-B))$	2,71	2,74	2,73	Gr
BJ contoh semu (Sa) = $(C/( C-B))$	2,74	2,74	2,74	Gr
Penyerapan air (Absorption) = $([(A-C)/ ]x 100%$	0,58	-0,07	0,25	Gr

Dari hasil uji berat jenis didapat berat jenis SSD rata-rata 2557,5 gr dari percobaan ini nilai rata-rata BJ contoh kering 2,74 gr BJ contoh (SSD) 2,73 gr dan BJ contoh semu (Sa) sebesar 0,25% dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilai masih dalam batas yang di ijinan yaitu 2,2 sampai 2,7 SNI 1996-2008.

#### 4.1.1.2. Analisa Gradasi Agregat Kasar

Dari hasil berat jenis diatas, hasil analisa gradasi Agregat kasar dengan ukuran maksimal 40mm. Dan berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang analisa saringan Agregat kasar. Hasil penelitian ini dapat nilai analisa saringan Agregat kasar pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Analisa saringan Agregat kasar

Nomor saringan	Berat tertahan				Komulatif	
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1,5 in)	0	0	0	0	0	100
19,0 (3/4 in)	55	46	101	2,02	7,02	92,98
9,52 (3/8 in)	1855	1940	3795	75,9	82,92	35,82
4,75 (No.4)	590	514	1104	22,08	100	0
2,36 (No.8)	0	0	0	0	100	0
1,18 (No.16)	0	0	0	0	100	0
0,60 (No.50)	0	0	0	0	100	0
0,30 (No.50)	0	0	0	0	100	0
0,15 (No.100)	0	0	0	0	100	0
Pan	0	0	0	0	100	0
Total	2500	2500	500	100	689,94	

Jumlah peresentase kumulatif yang tertahan = 848%

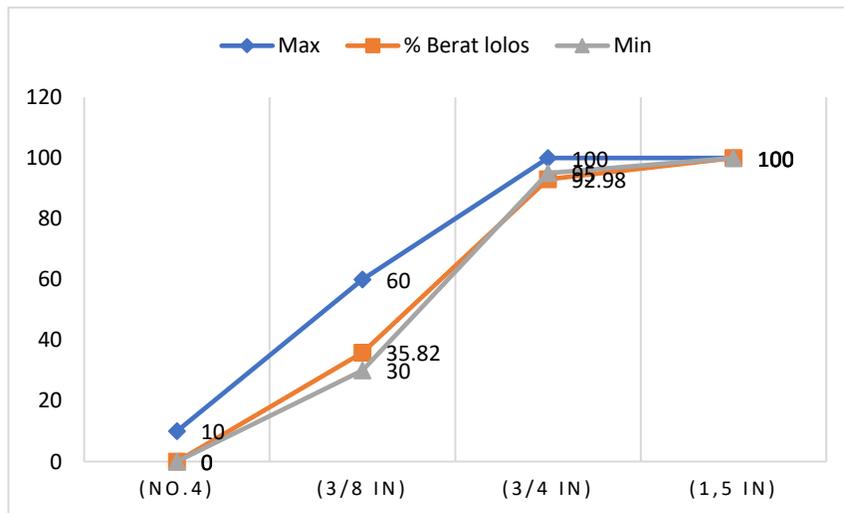
$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{689}{100} \\
 &= 6,89
 \end{aligned}$$

Pada umumnya modulus harus butir Agregat kasar mempunyai nilai 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,89 yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan.

Tabel 4. 3 Batas gradasi Agregat kasar

Ukuran saringan (mm)	Peresentase lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95-100	100	-
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Berdasarkan tabel di atas gradasi agregat kasar menggunakan ukuran butiran 20 mm, akan tetapi dalam analisa saringan agregat kasar ini didapat gradasi sela fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tak terpenuhi



Gambar 4. 2 Grafik analisa agregat halus.

#### 4.1.1.3. Kadar lumpur Agregat kasar

Pemeriksaan hasil kadar lumpur Agregat kasar yang mengacu pada (Badan Standardisasi Nasional, 1996).

Tabel 4. 4 Hasil kadar lumpur Agregat kasar

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W1	2541	2717	Gram
Berat wadah	W2	493	519	Gram
Berat contoh kering + Wadah	W4	2529	2697	Gram
	Persamaan	I	II	Satuan
Berat kering contoh awal (W3)	W1-W2	2048	2193	2121
Berat kering contoh awal (W3)	W4-W2	2036	2178	2107

Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6)	W3-W5	12	15	13,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$(W6/W3)*100$	0,58	0,68	0,63

Pada pengujian ini didapat nilai kadar lumpur sampel 1 0,58% dan sampel 2 0,68%, rata-rata nilai kadar lumpur kedua sampel sebesar 0,63%.

#### 4.1.1.4. Berat isi Agregat kasar

Pada penelitian ini berat isi Agregat kasar yaitu 1,54 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini berada dikisaran yang diijinkan yaitu 1,54 gr/cm<sup>3</sup> sampai 1,8 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabel 4. 5 Hasil berat isi Agregat kasar

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyangan	Satuan
Berat wadah + isi	1	21986	22574	22986	Gram
Berat wadah	2	5336	5336	5336	Gram
Volume wadah	3	11125,4	11125,4	11125,4	Gram

Agregat Kasar	Persamaan	I	II	II	Satuan
Berat contoh (4)	(1-2)	16650	17238	17650	Gram
Berat isi	(3/4)	1,49	1,54	1,38	Gram/cm <sup>3</sup>
Rata-rata	1,54				Gram/cm <sup>3</sup>
Kg	1544,15				Kg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.1.5 Kadar air Agregat kasar

Pengujian kadar air ini mengacu pada SNI-03-4804-1998 serta mengikuti panduan buku praktikum umsu tentang berat isi agregat kasar.

Tabel 4. 6 Hasil kadar air Agregat kasar

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Massa wadah + benda uji	Gr	4099	3776
Massa wadah	Gr	506	493
Massa benda uji (W1)	Gr	3593	3285
Massa wadah + benda uji	Gr	4074	3745
Massa wadah	Gr	506	493
Massa benda uji kering oven (W2)	Gr	3568	3252
Kadar air total (P) ((W1-W2-W3)*100	%	0,7	1,01
Rata-rata	0,85		

Pengujian kadar air diambil dari 2 sampel, kadar air sampel 1 0,33%, kadar air sampel 2 0,27% dan rata-ratanya 0,30%.

#### 4.1.2. Pengujian Agregat halus

##### 4.1.2.1. Berat jenis dan penyerapan Agregat halus

Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan 2 sampel dengan rata-rata berat sampel SSD 500 gr. Percobaan ini didapat nilai rata-rata BJ curah 2,48 gr, BJ jenuh kering permukaan (Ss) 2,53 gr dan BJ semu (Sa) 2,65 gr. Di percobaan ini didapat nilai rata-rata penerapan air 2,45%, yang nilainya masih diijinkan yaitu 2,2-2,7 %, sehingga bisa disebut agregat normal.

Tabel 4. 7 Hasil berat jenis dan penerapan air Agregat halus

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos ayakan No.4)	1	2	Rata-rata
	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. of SSD Sample in Air</i> ( Berat contoh (SSD) Kering permukaan jenuh)	500	500	500

(B)			
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> ( Berat contoh (SSD) kering oven (110°C) sampai konstan)	489	487	488
(E)			
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat piknometer penuh air)	994	995	994,5
(C)			
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) E/(B+D-C)	2,56	2,54	2,54
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) B/(B+D-C)	2,50	2,47	2,48
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) E/(E+D-C)	2,65	2,64	2,65
<i>Absorption</i> [(B-E/E ) X 100%	2,24	2,66	2,45

#### 4.1.2.2. Analisa Gradasi Agregat halus

Tabel 4. 8 Hasil analisa gradasi Agregat halus dengan batas zona 2

Nomor saringan	Berat tertahan				Komulatif	
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
4,75 (No.4)	65	70	135	6,77	6,77	93,23
2,36 (No.8)	82	80	162	8,12	14,89	85,11
1,18 (No.16)	137	184	321	16,09	30,98	69,02
0,60 (No.60)	169	136	305	15,29	46,27	53,73
0,30 (No.30)	464	436	900	45,11	91,38	8,62
0,15 (No.100)	11	14	25	1,25	792,63	7,37
Pan	69	78	147	7,37	100	0

Total	997	998	1995	100,00	289,92
-------	-----	-----	------	--------	--------

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir} &= \frac{\Sigma \% \text{ Berat tertahan komulatif mulai dari saringan } 0,15}{1100} \\ &= \frac{92,63+91,38+46,27+30,98+14,89+6,77}{100} \\ &= 2,83 \end{aligned}$$

Hasil analisa saringan Agregat halus diperoleh modulus kehalusan butir 2,83%. Nilai ini termasuk kategori yang di iijinkan 1,5%-3,8%

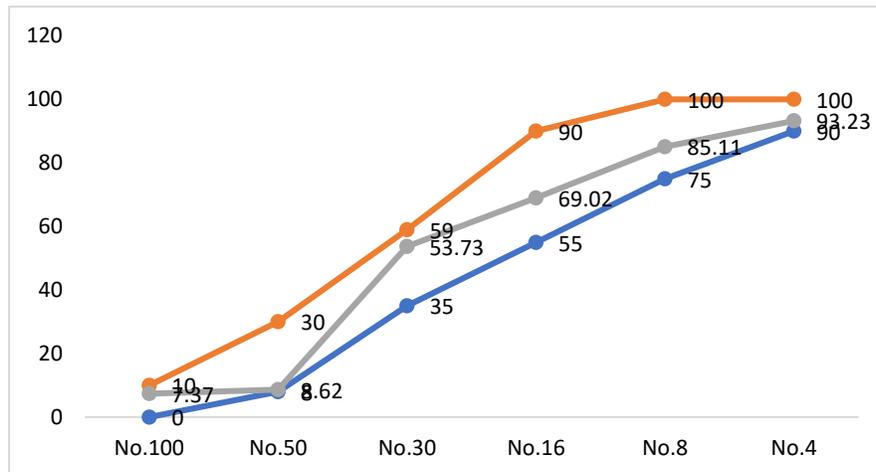
Tabel 4. 9 Daerah gradasi Agregat halus

Nomor saringan	Lubang saringan (mm)	Persenan bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100

Tabel 4. 10 *Lanjutan* Daerah gradasi Agregat halus

Nomor saringan	Lubang saringan (mm)	Persenan bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
50	0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Berdasarkan tabel di atas Agregat halus yang digunakan memenuhi syarat dengan gradasi daerah II dengan jenis pasir sedikit kasar. Grafik presentase lolos kumulatif persen bahan yang lewat dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 3 Grafik Analisa Agregat halus

#### 4.1.2.3. Kadar lumpur Agregat halus

Hasil uji kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 2,94%. Nilai ini diijinkan karna batas maksimal 5% (SK SNI S-04-1989F), sehingga agregat tidak perlu dibersihkan sebelum pengolahan.

Tabel 4. 11 Hasil kadar lumpur Agregat halus

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W1	1946	2454	Gram
Berat wadah	W2	506	519	Gram
Berat contoh kering + Wadah	W4	1910	2406	Gram
	Persamaan	I	II	Satuan
Berat kering contoh awal (W3)	W1-W2	1440	1935	1687,5

Berat kering contoh awal (W3)	W4-W2	1404	1887	1645,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6)	W3-W5	36	48	42
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$(W6/W3)*100$	2,5	2,48	2,49

### 5.1.2.3. Berat isi Agregat halus

Tabel 4. 12 Hasil berat isi dengan cara lepas,rojok, dan cara pengoyangan

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyangan	satuan
Berat wadah + isi	1	21364	22765	22056	Gram
Berat wadah	2	5327	5327	5327	Gram
Volume wadah	3	10.948	10948	10948	Cm <sup>3</sup>

Tabel 4. 13 *Lanjutan* Hasil berat isi dengan cara lepas,rojok, dan cara pengoyangan

	Persamaan	I	II	II	Satuan
Berat contoh (4)	(1-2)	16307	17438	16729	Gram
Berat isi	(4/3)	1,46	1,59	1,52	Gram/cm <sup>3</sup>
Rata-rata	1,52				Gram/cm <sup>3</sup>
Kg	1,528				Kg/m <sup>3</sup>

### 4.1.2.4 Kadar air Agregat halus

Pengujian kadar air Agregat halus mengambil dari 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 dengan nilai 2,32 dan sampel 2 sebesar 2,33% sehingga rata-rata sebesar 2,32.

Tabel 4. 14 Hasil kadar air Agregat halus

Pengujian	Benda uji ke 1	Benda uji ke 2
Massa wadah + benda uji	946	948
Massa wadah	506	509
Massa benda uji (W1)	440	439
Massa wadah + benda uji	936	938
Maasa wadah	506	509
Massa benda uji kering oven (W2)	430	429
Kadar air total (P) $((W1-W2)/W2)*100\%$	2,32	2,33
Kadar air total (P) rata-rata	2,32	

#### 4.2. Pembuatan Mix Design

Tabel 4. 15 Perencanaan campuran Beton SNI03-2834-2000

No	Uraian	Tabel/Grafik/Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan (benda uji silinder)	Ditetapkan	20 Mpa
2	Jenis semen Portland	Ditetapkan	Tipe I

3	Jenis Agregat:		
	• Agregat kasar		
	• Agregat halus		
4	Faktor Air Semen	Ditetapkan	0,55
5	Slump	Ditetapkan	60-180 mm
6	Ukuran Agregat kasar Maksimum	Ditetapkan	40 mm
7	Kadar air bebas	Ditetapkan	185 kg/m <sup>3</sup>

8	Kadar semen	11/7	336,36 kg/m <sup>3</sup>
9	Susunan butiran Agregat Halus	Gradasi zona II	3 (kasar)
10	Persen Agregat halus	Item 18	36%
11	Berat isi beton	SNI	2425 kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar Agregat gabungan	20-(12+11)	1921,66 kg/m <sup>3</sup>
13	Kadar Agregat halus	18 x 21	653,36 kg/m <sup>3</sup>
14	Kadar Agregat kasar	21-22	1268,3 kg/m <sup>3</sup>
15	Komposisi campuran 1 m <sup>3</sup> dibutuhkan	• Semen portland	3,1 kg
		• Air	1,8 L
		• Agregat halus	7 kg
		• Agregat kasar	13 kg
		• Split 20-30 mm	6,2 kg
		• Split 10-20 mm	6,2 kg

Dari perencanaan campuran beton maka dapat ditentukan kebutuhan material yang dan kebutuhan material 2 silinder.

Tabel 4. 16 Volume perbandingan ASP & Semen portland untuk kebutuhan 2 silinder

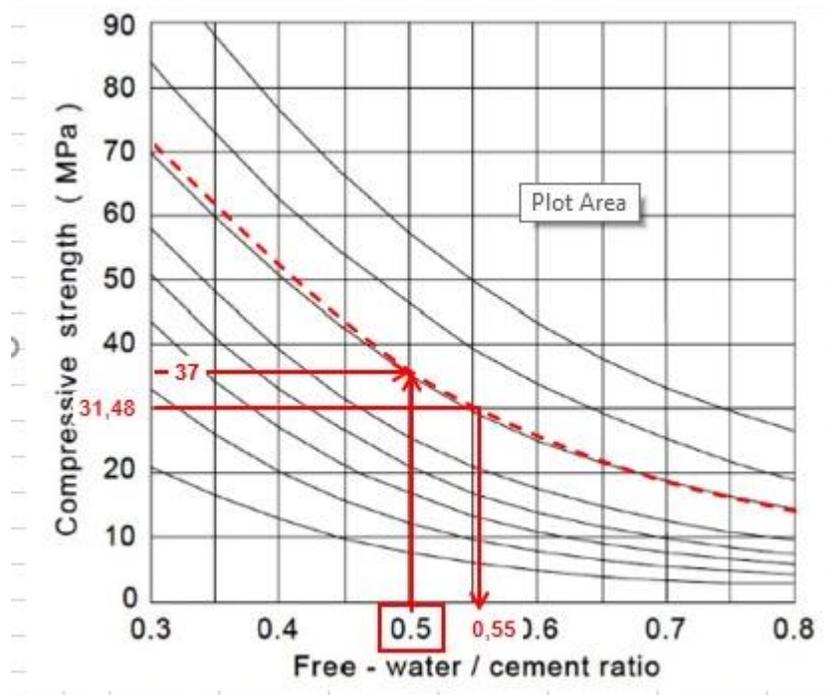
No	Variasi	Perbandingan Berat (kg)		Agregat halus pasir (kg)	Agregat kasar Split (kg)		Air (ltr)
		PC	ASP		Split 1-2	Split 2-3	
1	Beton normal	5,1	0	10,5	9,9	9,9	2,7
2	ASP 3%	4,8	150	10,5	9,9	9,9	2,7
3	ASP 5%	4,68	246	10,5	9,9	9,9	2,7
4	ASP 7%	4,56	345	10,5	9,9	9,9	2,7

### 4.3. Pengujian beton segar

Proses pembuatan beton segar ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatannya supaya menjaga strengths beton yang sudah direncanakan.

#### 4.3.1 Faktor air semen

Faktor air semen (FAS) Tantang grafik hubungan antara mencapai keseimbangan yang tepat antar kemampuan kerja dan kekuatan adalah kunci saat FAS yang tepat untuk campuran beton. Perkiraan kuat beton rata-rata 31,48 Mpa, semen yang digunakan semen portland tipe I. pengujian beton pada umur 28 hari, dengan menggunakan benda uji silinder dan Agregat kasar yaitu kerikil maka digunakan nilai FAS.



Gambar 4. 4 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat tekan Beton silinder 15x30

Pengujian slump untuk mengukur tinggi permukaan adukan beton setelah dilepas dari alat slump yang digunakan. Pengujian ini membantu bahwa campuran beton memiliki jumlah air yang tepat dan memenuhi syarat untuk penggunaan tertentu.

Tabel 4. 17 Hasil uji Slump test rata-rata Beton segar

No variasi		Berat isi (kg/cm <sup>3</sup> )	Nilai slimp test (cm)
Beton Normal	I	12.100	8
	II	11.800	
ASP 3%	I	12.200	8,5
	II	12.000	
ASP 5%	I	12.100	8
	II	11.900	
ASP 7%	I	12.138	7,5
	II	12.900	
Nilai rata-rata slump			8

#### 4.3.2 Pengujian kuat tekan

##### (1) Kuat tekan beton normal

Pengujian kuat tekan menggunakan SNI 03-2491-2002, Pengujian dilakukan pada usia beton 7,14,28 hari, dengan menggunakan mesin kuat tekan (*compressive strenght test*). Benda uji yang digunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi tinggi 30 cm. Dari pengecekan kuat tekan diperoleh nilai kuat tekan untuk beton umur 7 hari 5,61 Mpa, untuk kuat tekan beton umur 14 hari 9,51 Mpa, dan untuk 28 hari 12,06 Mpa.

Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.16:

Tabel 4. 18 Kuat tekan Beton Normal

No	Tanggal		Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Mutu $f_c'$ (Mpa)
	Cor	Tes					
1	17/06/2024	24/06/2024	7	12.100	100	52,238	5,12
2	17/06/2024	01/07/2024	14	12.200	170	97,305	9,54
3	17/06/2024	15/07/2024	28	12.100	215	123,06 2	12,06

(2) Kuat tekan beton campuran Abu Sekam Padi 3%

Pada pengujian beton dengan Abu sekam padi 3% dengan perendaman air kapur dengan usia 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari yang sudah di uji untuk kuat tekan beton penambahan Abu sekam padi umur 7 hari 10,38 Mpa, 14 hari 10,80 Mpa dan 28 hari 16,83 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.17:

Tabel 4. 19 Kuat tekan Beton campuran ASP 3%

No	Tanggal		Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	$F_c'$ MPa
	Cor	Tes					
1	17/06/2024	24/06/2024	7	11.900	125	105,891	10,38
2	17/06/2024	01/07/2024	14	12.200	200	110,179	10,80
3	17/06/2024	15/07/2024	28	12.296	300	171,715	16,83

(3) Kuat tekan Beton campuran Abu Sekam Padi 5%

Pada pengujian beton dengan Abu sekam padi 5% dengan perendaman air kapur dengan usia 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari yang sudah di uji untuk kuat tekan beton penambahan Abu sekam padi umur 7 hari 10,10 Mpa, 14 hari 11,22 Mpa dan 28 hari 14,59 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.18:

Tabel 4. 20 Kuat tekan Beton campuran ASP 5%

No	Tanggal		Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Fc'
	Cor	Tes					
1	17/06/2024	24/06/2024	7	12.000	100	103,029	10,10
2	17/06/2024	01/07/2024	14	12.100	150	114,476	11,22
3	17/06/2024	15/07/2024	28	12.360	260	148,819	14,59

(4) Kuat tekan Beton Campuran ASP 7%

Pada pengujian beton dengan Abu sekam padi 5% dengan perendaman air kapur dengan usia 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari yang sudah di uji untuk kuat tekan beton penambahan Abu sekam padi umur 7 hari 9,26 Mpa, 14 hari 11,58 Mpa dan 28 hari 13,75 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.19:

Tabel 4. 21 Kuat tekan Beton campuran ASP 7%

No	Tanggal		Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Mutu fc' (Mpa)
	Cor	Tes					
1	17/06/2024	24/06/2024	7	11.800	100	94,443	9,26
2	17/06/2024	01/07/2024	14	12.100	170	118,109	11,58
3	17/06/2024	15/07/2024	28	12.138	245	140,234	13,75

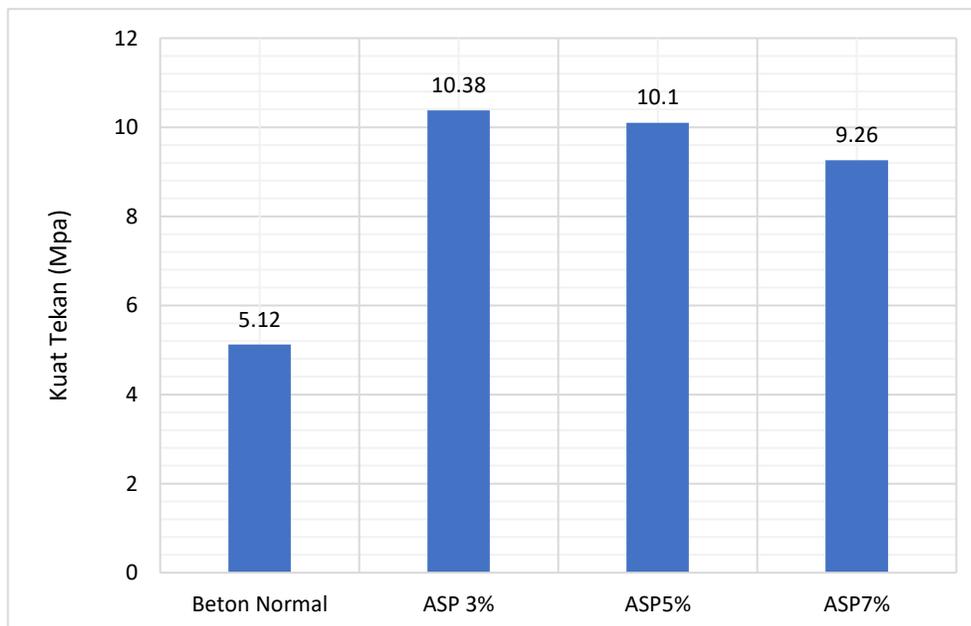
### 4.3.3 Perbandingan kuat tekan

(1) Perbandingan Beton Normal dengan ASP 7 Hari

Dapat dilihat perbandingan Beton Normal dan Beton ASP 3,5,7% di usia 7 hari, untuk Beton normal usia 7 hari 5,12 Mpa dan Beton ASP 3% 10,38 untuk 5% 7 hari 10,10 Mpa dan 7% 7 hari 9,26 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.20:

Tabel 4. 22 Perbandingan Beton normal dan ASP 7Hari

No	Perbandingan	Umur' Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Fc'
	Normal/ASP					
1	Beton Normal	7	12.367	100	52,238	5,12
2	Beton+ASP3%	7	11.900	125	105,891	10,38
3	Beton+ASP5%	7	12.000	100	103,029	10,10
4	Beton+ASP7%	7	11.800	100	94,443	9,26



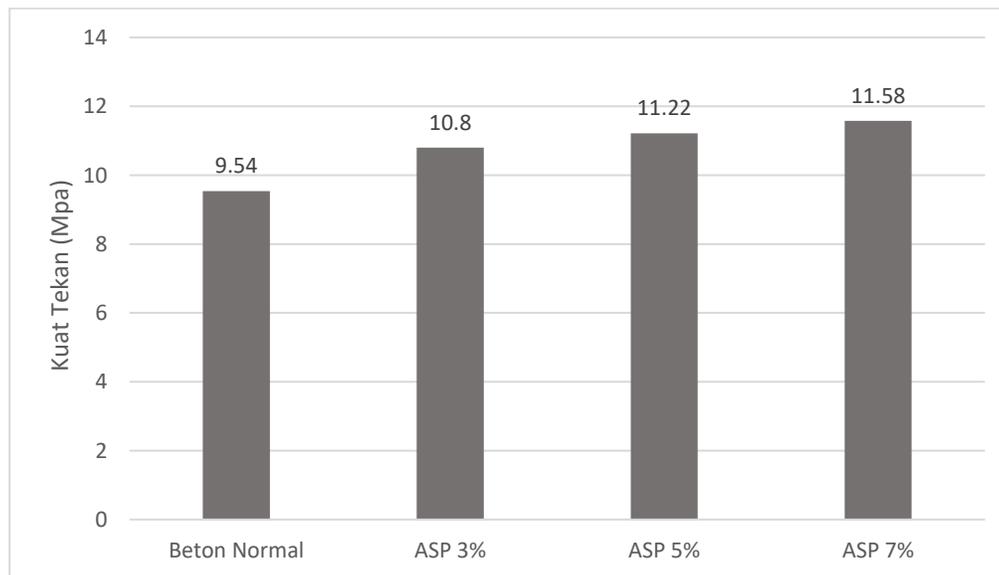
Gambar 4. 5 grafik perbandingan beton Normal dengan Beton ASP 7hari

(2) Perbandingan Beton Normal dengan ASP 14 Hari

Dapat dilihat perbandingan Beton Normal dan Beton ASP 3,5,7% di usia 14 hari, untuk Beton normal usia 14 hari 9,54 Mpa dan Beton ASP 3% 10,53 untuk 5% 14 hari 10,80 Mpa dan 7% 14 hari 10,17 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.21:

Tabel 4. 23 Perbandingan Beton normal dan ASP 14Hari

No	Perbandingan	Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Mutu $f_c'$ (Mpa)
	Normal/ASP					
1	Beton Normal	14	12.200	170	97,305	9,54
2	Beton+ASP3%	14	12.200	200	110,179	10,80
3	Beton+ASP5%	14	12.100	220	114,476	11,22
4	Beton+ASP7%	14	12.100	240	118,109	11,58



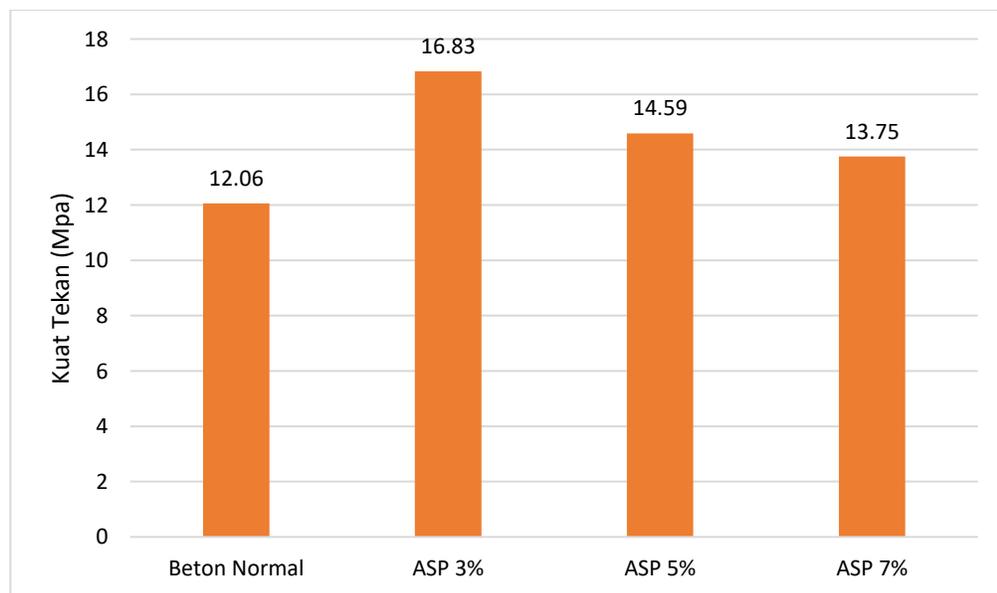
Gambar 4. 6 Perbandingan Beton Normal dan ASP 14 Hari

(3) Perbandingan Beton Normal dengan ASP 28Hari

Dapat dilihat perbandingan Beton Normal dan Beton ASP 3,5,7% di usia 28 hari, untuk Beton normal usia 28 hari 12,06 Mpa dan Beton ASP 3% 16,83 untuk 5% 28 hari 14,59 Mpa dan 7% 28 hari 13,75 Mpa. Dapat dilihat pada tabel 4.22:

Tabel 4. 24 Perbandingan Beton normal dan ASP 28Hari

No	Perbandingan	Umur Hari	Berat (kg)	Gaya tekan (kN)	Kuat Tekan (K)	Mutu fc' (Mpa)
	Normal/ASP					
1	Beton Normal	28	12.488	215	123,062	12,06
2	Beton+ASP3%	28	12.296	300	171,715	16,83
3	Beton+ASP5%	28	12.360	260	148,819	14,59
4	Beton+ASP7%	28	12.138	245	140,234	13,75



Gambar 4. 7 Perbandingan Beton Normal dan ASP 28 Hari

#### 4.4. Pembahasan

Perbandingan beton normal dengan beton penambahan Abu sekam padi, maka dapat dilihat persentase kenaikan kuat tekan beton.

1) Campuran ASP 3%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{16,83}{12,06} = 1,39$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 28 hari} = \frac{16,83-12,06}{12,06} \times 100 = 39,55\%$$

2) Campuran ASP 5%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari } \frac{14,59}{12,06} = 1,21$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 28 hari } \frac{14,59-12,06}{12,06} \times 100 = 20,98\%$$

3) Campuran ASP 7%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari } \frac{13,75}{12,06} = 1,14$$

$$\text{Besar nilai Beton umur 28 hari } \frac{13,75-12,06}{12,06} \times 100 = 14,01\%$$

4) Campuran ASP 3%

$$\text{Perbandingan beton umur 14 hari } \frac{11,22}{9,54} = 1,17$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 14 hari } \frac{11,22-9,54}{9,54} \times 100 = 17,61\%$$

5) Campuran ASP 5%

$$\text{Perbandingan beton umur 14 hari } \frac{10,80}{9,54} = 1,13$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 14 hari } \frac{10,80-9,54}{9,54} \times 100 = 13,20\%$$

6) Campuran ASP 7%

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari } \frac{10,17}{9,54} = 1,06$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 28 hari } \frac{10,17-9,54}{9,54} \times 100 = 6,60\%$$

7) Campuran ASP 3%

$$\text{Perbandingan beton umur 7 hari } \frac{10,38}{5,12} = 2,02$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 7 hari } \frac{10,38-5,12}{5,12} \times 100 = 102\%$$

8) Campuran ASP 5%

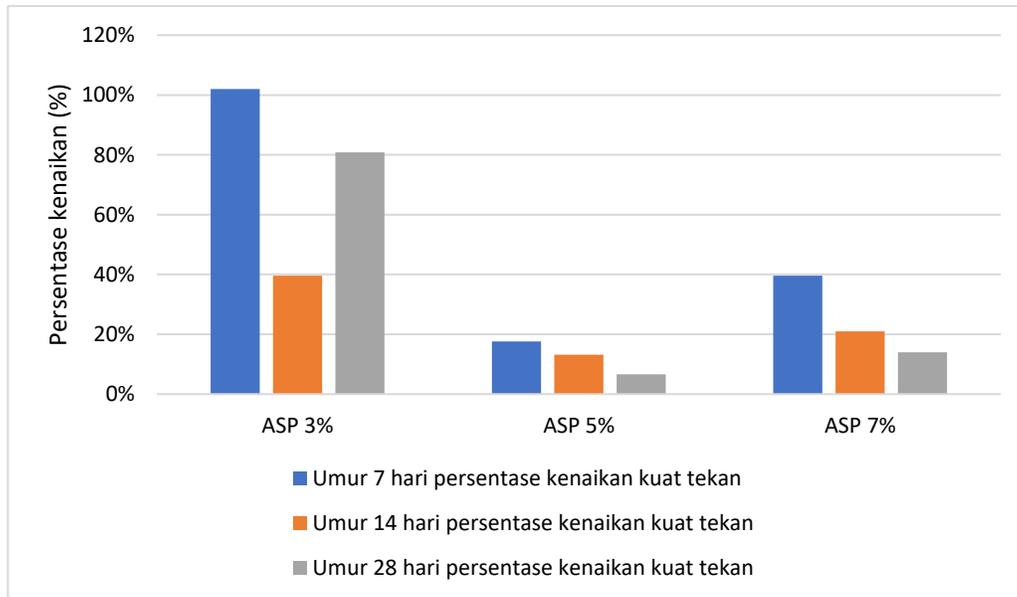
$$\text{Perbandingan beton umur 7 hari } \frac{10,10}{5,12} = 1,97$$

$$\text{Besar nilai kenaikan Beton umur 28 hari } \frac{97,26-5,12}{5,12} \times 100 = 39,55\%$$

9) Campuran ASP 7%

$$\text{Perbandingan beton umur 7 hari } \frac{9,26}{12,06} = 1,80$$

Besar nilai kenaikan Beton umur 28 hari  $\frac{9,26-5,12}{5,12} \times 100 = 80,85\%$



Gambar 4. 8 persentase kenaikan beton 7 hari 14 hari dan 28 hari

Pada tabel 4.16 terjadi kenaikan kuat tekan beton normal 7,14,28 dengan perendaman air biasa walau tidak mencapai kuat tekan rencana. Adapun metode perawatan perendaman air menambah kuat tekan beton Menurut (Mulyati & Arkis, 2020) metode perawatan beton yang berbeda mempengaruhi berat beton yang berbeda pula. Beton yang dirawat dengan metode membasahi permukaan beton jauh lebih ringan dibanding dengan beton yang direndam.

Perendaman beton dengan metode perendaman dalam air efektif dalam menjaga suhu kelembapan beton, memungkinkan hidrasi semen berlangsung optimal, sehingga kekuatan beton yang diharapkan tercapai. Menurut (Amelia, 2021) faktor air semen rasio berat air terhadap berat semen adapun hubungan terhadap kuat tekan beton. Abrasi terhadap kuat tekan beton, ketika nilai faktor Agregat semen kecil maka akan ada rongga antar Agregat terlapis oleh pasta semen yang membuat beton mudah dicampur sehingga kemampuan kerja beton meningkat. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terjadi penurunan 5%

dan 7%, berbanding terbalik dengan 3% kuat tekan beton menaik walau pada usia 14 dan 28 hari mengalami penurunan.

Menurut (Fahrizal Zulkarnain, 2021) pengaruh perendaman air kapur membuat kuat tekan beton turun. mengakibatkan beton Overhydration yang dapat memperbesar porositas dan menghasilkan retakan. Sedangkan penelitian terdahulu mengalami kenaikan kuat tekan beton dengan perendaman air biasa (Mendoza, 2020).

Bisa disimpulkan secara keseluruhan, metode perendaman air biasa lebih efektif dalam meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan metode perendaman air kapur meskipun perendaman dalam air kapur dapat bermanfaat untuk proses curing dalam kondisi tertentu, jika tidak dikontrol dengan baik, terutama dalam hal durasi dan konsentrasi  $\text{Ca(OH)}_2$ , hal ini bisa menyebabkan penurunan kuat tekan beton.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

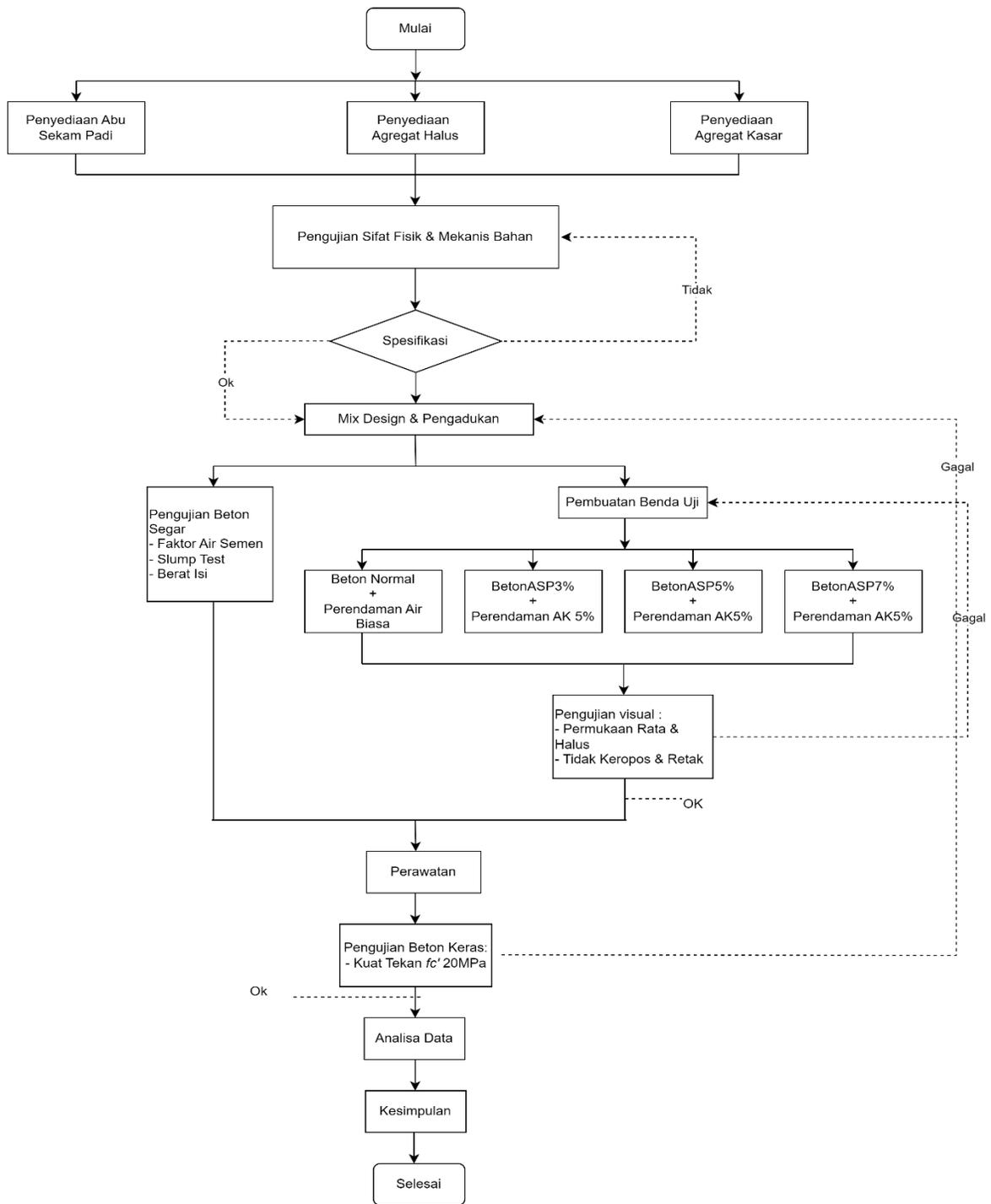
#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil penelitian, untuk desain proporsi penggunaan campuran abu sekam padi yang optimum terjadi pada campuran 3% dengan nilai kuat tekan sebesar 16,83 Mpa pada umur 7 hari. Namun ini tidak mencapai target pada kuat tekan yang direncanakan sebesar 20Mpa.
2. Pengaruh campuran abu sekam padi 3% dan perendaman air kapur dapat meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan pada umur 14 dan 28 hari. Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi 5% dan 7%, penurunan kuat tekan terjadi karena gangguan pada hidrasi semen, distribusi partikel yang tidak optimal, dan waktu reaksi pozzolanik yang tidak cukup. Analisis dengan uji laboratorium tetap diperlukan untuk mendapatkan data yang akurat dan spesifik untuk setiap campuran beton.

#### **5.2. Saran**

1. Pada material abu sekam, memiliki daya serap tinggi maka harus dilakukan beberapa modifikasi seperti penambahan untuk mengurangi faktor air semen (FAS)
2. Diperlukan ketelitian dan ketepatan dalam melakukan penelitian di laboratorium sehingga dapat sesuai yang diharapkan.
3. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tekan beton, akibat pada pengisian Abu ampas kopi sebagai pengganti semen pada campuran beton dengan perendaman air kapur.



Gambar 3. 3 Bagan Alir

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, V. R., & Kristiawan, S. A. (2014). *37396-92423-1-Pb. September*, 305–312.
- Ginting, A., Gunawan, W., & Ismirrozi. (2012). *Pengaruh Kadar Air Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton*. 2(October), 8–17.
- Herdiansyah. Ria Pangaribuan, M. (2013). Pengaruh Batu Cadas (Batu Trass) Sebagai Bahan Pembentuk Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Inersia*, 5(2), 11–19.
- Mulyadi, A., Yunanda, M., Suanto, P., & Yulius, Y. (2022). Analisis Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Pengisi Dalam Campuran Mutu Beton K.250. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 50–59. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v11i2.516>
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>
- Polii, R. A., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara Polii, R. A., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil . Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 206–211.
- Purwati, A., As'ad, S., & Sunarmasto. (2014). Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 2(2), 61.
- Rochaeti, J. E. (n.d.). Pengaruh Panas Hidrasi Beton Dengan Semen Type II Terhadap Ketebalan Elemen Beton. 183–194.

- Sari, R. A. I., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2015). Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 68–76.
- SNI 03-1971-1990. (1990). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. *Badan Standardisasi Nasional*, 27(5), 6889.
- SNI 03-1972-1990. (1990). Metode Pengujian Slump Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1(ICS 91.100.30), 1–12.
- SNI-2493-2011. (2011). SNI-2493-2011. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 23.
- Susanti, R. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Pirdaus, Ririn Susanti*, 16(1), p-ISSN.
- Waani, J. E., & Elisabeth, L. (2017). Substitusi Material Pozolan Terhadap Semen pada Kinerja Campuran Semen. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(3), 237–246. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.3.7>
- Widodo, A., & Basith, M. A. (2017). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 19(2), 115–120. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v19i2.12138>
- Zuraidah, S. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Paving Sebagai Alternatif Agregat Kasar Untuk Beton. *Teknik Sipil KERN*, 2012.
- Amelia, R., Suhendra, S., & Amalia, K. R. (2021). Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 225. <https://doi.org/10.33087/talantasipil.v4i2.79>
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm).

*Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 200(200), 1–6.*

- Cardoso, F. A., Fernandes, H. C., Pileggi, R. G., Cincotto, M. A., & John, V. M. (2009). Carbide lime and industrial hydrated lime characterization. *Powder Technology, 195(2), 143–149.*  
<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2009.05.017>
- Ciptasari, D. K., Noor, F. A., & Haryanto, B. (2017). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar koral long iram dan agregat halus pasir mahakam. *Jurnal Teknologi Sipil, 1(2), 50–56.*
- Fahrizal Zulkarnain, I. I. S. (2021). Perbandingan Pemakaian Air Kapur Serta Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Ketahanan Beton Mutu Tinggi (Studi Penelitian). *Abdi Sabha (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat), 23–33.*
- Mendoza, S. D., Nieweglowska, E. S., Govindarajan, S., Leon, L. M., Berry, J. D., Tiwari, A., Chaikeeratisak, V., Pogliano, J., Agard, D. A., Bondy-Denomy, J., Chatterjee, P., Jakimo, N., Lee, J., Amrani, N., Rodríguez, T., Koseki, S. R. T., Tysinger, E., Qing, R., Hao, S., ... Wang, H. (2020). No Title. *Nature Microbiology, 3(1), 641.*  
<http://dx.doi.org/10.1038/s41421-020-0164-0>  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.027>  
<https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>  
<http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15507-2>  
<http://dx.doi.org/10.1038/s41587-020-05>
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP, 7(2), 78–84.*  
<https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana

campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.

Soeswanto, B., & Lintang, N. (2011). Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Natrium Silikat. *Jurnal Fluida*, VII, 18–22.