

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR (LIME) TERHADAP KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD KAIFI

1907210080



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Kahfi

Npm 1907210080

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur (*lime*) terhadap kuat tekan beton

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 : Muhammad Kahfi

Npm 1907210080

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur (*lime*) terhadap kuat tekan beton.

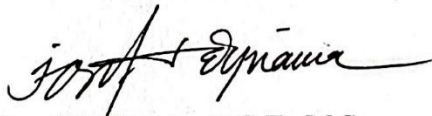
Bidang Ilmu : Struktur

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, 04 Maret 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida, S.T., 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 : Muhammad Kahfi
Tempat, Tanggal Lahir : Rantau Prapat, 23 April 2001
Npm : 1907210080
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang Berjudul:

“Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur (*lime*) terhadap kuat tekan beton..”

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 kesarjajaan 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, 22 Januari 2025

Saya yang menyatakan



Muhammad Kahfi

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR (LIME) TERHADAP KUAT TEKAN BETON (Studi Penelitian)

Muhammad kahfi

1907210080

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

Ampas tebu (*bagasse ash*) adalah serat yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi hasil penggilingan tebu. Abu ampas tebu memiliki kandungan yang setara dengan komponen utama semen Portland yaitu Silika (SiO_2) dan Ferit (Fe_2O_3). Untuk mengetahui pengaruh Abu Ampas Tebu (AAT) dan kapur (*lime*) pada persentase tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Setelah melakukan penelitian, dapat diketahui kuat tekan beton normal 7 hari dengan nilai 5,19 MPa, 14 hari sebesar 8,68 MPa, dan 9,24 Mpa pada 28 hari. Untuk beton Abu ampas Tebu 3% + kapur 5% didapat kuat tekan 6,17 MPa, 14 hari didapat 8,97 MPa, 28 hari 9,80 MPa, abu ampas tebu 5% + 5% kapur umur 7 hari didapat 9,82 MPa, 14 hari di dapat 11,64 Mpa, dan 28 hari 11,78 Mpa. Sedangkan untuk abu ampas tebu 7% + 5% kapur mengalami penurunan dengan umur 7 hari di dapat 7,99 MPa, 14 hari didapat 10,30 MPa, dan 28 hari didapat 11,36 MPa. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa beton dengan tambahan abu ampas tebu dengan tambahan kapur 5% mempunyai kuat tekan tinggi dibandingkan dengan beton normal, namun kuat tekan beton menurun pada variasi abu ampas tebu 7% + kapur 5%, dikarenakan semakin banyak abu ampas tebu dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton dan reaksi pozzolan dengan ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), serta proses hidrasi semen belum bereaksi sempurna, sehingga kontribusi terhadap kuat tekan beton membutuhkan waktu yang lebih Panjang. Selain itu penurunan dapat terjadi karena suhu pembakaran AAT yang kurang stabil sehingga reaksi silika yang diperoleh kurang stabil dan kurang reaktif dan tidak bereaksi optimal dengan kapur yang dibebaskan saat reaksi hidrasi terjadi.

Kata kunci: Beton, Abu Ampas Tebu, kapur , Kuat tekan beton.

ABSTARCT

THE EFFECT OF THE ADDITION OF SUGARCANE BAGASSE ASH AND LIME ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

(Research Studies)

Muhammad kahfi

1907210080

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

Sugarcane bagasse (bagasse ash) is a fiber with a high hygroscopic level obtained from the grinding of sugarcane. Bagasse ash contains components equivalent to the main components of Portland cement, namely Silica (SiO_2) and Ferrite (Fe_2O_3). This means that bagasse ash can act as a pozzolan and admixture in concrete mixtures. To understand the effect of sugarcane bagasse ash (SBA) and lime (lime) at specific percentages on increasing the compressive strength of concrete, the following results were obtained: normal concrete compressive strength at 7 days was 5,19 MPa, at 14 days was 8,68 MPa, and at 28 days was 9,24 MPa. For concrete with 3% SBA + 5% lime, the compressive strength was 6,17 MPa at 7 days, 8,97 MPa at 14 days, and 9,80 MPa at 28 days. For 5% SBA + 5% lime, the compressive strength at 7 days was 9,82 MPa, at 14 days was 11,64 MPa, and at 28 days was 11,78 MPa. Meanwhile, for 7% SBA + 5% lime, the compressive strength showed a decrease, with 7-day strength at 7,99 MPa, 14-day strength at 10.30 MPa, and 28-day strength at 11.36 MPa. The study concluded that concrete with the addition of 5% lime and sugarcane bagasse ash has higher compressive strength compared to normal concrete. However, the compressive strength decreased with the variation of 7% SBA + 5% lime due to the increasing amount of bagasse ash, which can affect the compressive strength and the pozzolanic reaction with $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$. The hydration process of cement has not yet reacted completely, requiring more time for the contribution to the compressive strength of the concrete. Additionally, a decrease may occur due to the unstable combustion temperature of SBA, leading to less stable and less reactive silica, which does not react optimally with the lime released during the hydration reaction.

Keywords: Concrete, Sugarcane Bagasse Ash, Lime, Concrete Compressive Strength.

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 “Pengaruh Penambahan Abu Ampas tebu dan Kapur (lime) terhadap kuat tekan beton” 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 Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II sekaligus selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Terimakasih yang teristimewa kepada Ayahanda Jundi Afandi dan Ibunda Rasmi Simatupang yang telah bersusah payah mendidik saya serta menjadi penyemangat saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.

8. Terimakasih juga kepada Saudara-saudara penulis yang telah terus mendukung saya dalam mengerjakan tugas akhir saya ini.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu Febri Mustofandi, Rahayu Dwi AlQhori, Dara Anjani, Dalila Yusro 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 penyusun 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, 04 Maret 2024

Penulis

Muhammad Kahfi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTARCT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Beton	4
2.2 Material Pada Campuran Beton	4
2.2.1 Agregat Kasar	4
2.2.2 Agregat Halus	5
2.2.3 Air	5
2.2.4 Faktor Air Semen	6
2.2.5 Semen	6
2.2.6 Semen Pozzolan	6
2.3 Admixture	7
2.3.1 Abu Ampas Tebu	8
2.3.2 Kapur	9
2.4 Slump Test	10
2.5 Kuat Tekan	10
2.6 Penelitian Terdahulu	11

BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Metode Penelitian	14
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.4 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	15
3.4.1 Data Primer	15
3.4.2 Data Sekunder	16
3.4.3 Bagan Alir Penelitian	17
3.5 Alat dan Bahan	18
3.5.1 Alat	18
3.5.2 Bahan	19
3.6 Jumlah Benda Uji	19
3.7 Persiapan Penelitian	21
3.8 Pemeriksaan Agregat	21
3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	21
3.8.2 Analisa Gradasi Agregat	22
3.8.3 Kadar Kumpur Agregat	22
3.8.4 Berta Isi Agregat	22
3.8.5 Kadar Air Agregat	23
3.9 Calsium	23
3.10 Mix Design	24
3.11 Pembuatan Benda Uji	25
3.12 Pemeriksaan Slump Test	26
3.13 Perawatan (<i>Curing</i>) Pada Benda Uji	26
3.14 Pengujian Kuat Tekan	27
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	28
4.1 Perencanaan Campuran Beton	28
4.1.1 Pemeriksaan Agregat Kasar	29
4.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar	29
4.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar	32
4.4 Berat Isi Agregat Kasar	32
4.5 Kadar Air Agregat Kasar	33
4.6 Pemeriksaan Agregat Halus	33

4.7 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	35
4.8 Berat Isi Agregat Halus	36
4.9 Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.10 Kadar Air Agregat Halus	37
4.11 Perhitungan Mix Design Beton	38
4.11.1 Perhitungan Mix Design Beton	44
4.11.2 Kebutuhan Beton	45
4.12 Hasil Pengujian Slump Test	47
4.13 Hasil dan Analisa Pengujian Beton	48
4.13.1 Kuat Tekan Beton	48
4.13.2 Pembahasan	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jumlah benda uji pembuatan beton dengan tambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur (<i>Lime</i>)	20
Tabel 3.2	Kebutuhan bahan sebagai variasi campuran	24
Tabel 3.3	Kombinasi Campuran beton	25
Tabel 4.1	Data-data hasil pemeriksaan dasar	29
Tabel 4.2	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	30
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	31
Tabel 4.4	Batas Gradasi Agregat Kasar	32
Tabel 4.5	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	33
Tabel 4.6	Hasil pengujian berat isi agregat kasar	33
Tabel 4.7	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	34
Tabel 4.8	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	35
Tabel 4.9	Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan batas Zona 2	35
Tabel 4.10	Daerah Gradasi Agregat Halus	37
Tabel 4.11	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	37
Tabel 4.12	Hasil pengujian berat isi cara lepas, tusuk, dan penggoyangan	38
Tabel 4.13	Hasil pengujian kadar air agregat halus	38
Tabel 4.14	Rekapitulasi Mix Design Beton Mutu 20 MPa	39
Tabel 4.15	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	42
Tabel 4.16	Banyak AAT+K yang dibutuhkan dalam 1 benda uji silinder	46
Tabel 4.17	Jumlah Abu Ampas Tebu pada beton variasi silinder	48
Tabel 4.18	Nilai slump Test beton campuran beton normal dan variasi	48
Tabel 4.19	Hasil pengujian Kuat tekan 7 hari	57
Tabel 4.20	Hasil pengujian Kuat tekan 14 hari	58
Tabel 4.21	Hasil pengujian Kuat tekan 28 hari	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram alir Penelitian Beton Abu Ampas Tebu	17
Gambar 3.2	Benda uji Silinder	25
Gambar 3.3	<i>Setting Up</i> Pengujian Kuat Tekan Beton	27
Gambar 4.1	Gradasi Analisa Agregat Kasar	32
Gambar 4.2	Gradasi Saringan Agregat Halus	36
Gambar 4.3	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm	42
Gambar 4.4	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	44
Gambar 4.5	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	44
Gambar 4.6	Grafik rata-rata <i>Slump Test</i>	49
Gambar 4.7	Grafik Pengujian Kuat Tekan Keseluruhan	59

DAFTAR NOTASI

S	= nilai slump beton	mm
Ta	= Tinggi alat	mm
Tb	= Tinggi beton	mm
Fc`	= Kuat Tekan Beton	Mpa
Ca	= Penyerapan agregat halus	(%)
Da	= Penyerapan agregat kasar	(%)
Ck	= Kadar air agregat halus	(%)
Dk	= Kadar air agregat kasar	(%)
P	= Beban maksimum beban tekan	mm
L	= Panjang benda uji silinder	mm
D	= Diameter benda uji silinder	mm
W1	= Berat sample SSD + Berat wadah	gr
W2	= Berat sampel kering oven + berat wadah	gr
W3	= Berat wadah	gr
A	= Berat sampel kering	gr
B	= Berat sampel kering setelah dicuci	gr
C	= Berat kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci	gr
$\pi r^2 t$	= Volume Silinder	
P	= Beban	
D	= Persentase kotoran agregat lolos saringan no. 200 setelah dicuci	
E	= Berat sampel SDD kering oven	
f_c	= Kuat tekan beton	
X	= Perbandingan volume air dan semen (faktor air dan semen)	
gr	= Gram	
A,B	= Konstanta	
AAT	= Abu ampas tebu	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan untuk konstruksi antara lain: struktur bangunan gedung, jalan raya, dermaga, dan berbagai struktur lainnya. Saat ini pemakaian beton mutu tinggi sebagai bahan konstruksi semakin banyak digunakan oleh beberapa industri jasa konstruksi yaitu beton pracetak seperti: tiang pancang, slab, gelagar, serta beberapa elemen struktur lainnya (Penambahan et al., 2018).

Untuk memperoleh bahan struktur tidak harus menggunakan bahan utama saja tetapi juga bisa digunakan bahan-bahan tambahan atau penunjang. Bahan-bahan yang sudah tidak terpakai atau kata lain kita kenal dengan limbah/sampah mulai banyak diincar sebagai bahan penunjang, selain murah dan sebagai bahan sisa-sisa buangan diusahakan agar limbah tersebut bisa mempunyai kegunaan lain yang mampu meningkatkan kualitas pemanfaatan lebih baik (Saputra et al., 2019).

Pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dianggap dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan karena abu ampas tebu dianggap memiliki sifat *cementitious* yang memiliki potensi untuk menurunkan pemakaian semen dalam campuran beton. Dengan berkurangnya jumlah semen, maka tentunya emisi gas rumah kaca, khususnya CO₂, akibat produksi semen akan menurun pula. Saat ini, pengelolaan limbah ampas tebu tersebut hanya dihampar di pembuangan limbah dan tidak dimanfaatkan lebih lanjut (Styaningsih et al., 2022).

Ampas tebu (*baggase ash*) adalah serat yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi hasil penggilingan tebu. Ampas tebu ini merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula yaitu kurang lebih 30% dari kapasitas giling. Abu ampas tebu memiliki kandungan yang setara dengan komponen utama semen Portland yaitu Silika (SiO₂) dan Ferit (Fe₂O₃). Hal ini berarti abu ampas tebu dapat berperan sebagai *pozzolan* dan *admixture* dalam campuran beton (Hendarto et al., 2023).

Dilatarbelakangi hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan abu ampas tebu dan kapur (*lime*) sebagai bahan tambah pada beton yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah penambahan abu ampas tebu dan kapur (*lime*) pada persentase tertentu dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Persentase abu ampas tebu yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 3%, 5%, dan 7% dari berat semen yang digunakan.
4. Persentase kapur (*lime*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
5. Umur beton yang diuji adalah 7 hari dan 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu dan kapur (*lime*) pada persentase tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait, manfaat tersebut diantaranya:

1. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan dalam menggunakan abu ampas tebu pada konstruksi beton.
2. Penelitian ini dapat mengurangi limbah ampas tebu dengan memanfaatkannya sebagai campuran beton.

3. Penelitian ini dapat menambah tingkat pemahaman dan kemampuan dalam menganalisis data dengan menggunakan metode-metode yang ada, sehingga dapat menjadi bekal untuk terjun ke dunia kerja nantinya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan campuran semen, air, agregat dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton memiliki daya kuat tekanyang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemulihan jembatan dan jalan. Karena beton merupakan komposit, maka beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Ridho, 2019).

Menurut SNI-03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

2.2 Material Pada Campuran Beton

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar atau bahan semacamnya lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat pada campuran beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Dalam pembentukan campuran beton, harus diketahui material yang akan digunakan seperti: semen, agregat halus, agregat kasar, dan air (Rivai et al., 2020).

2.2.1 Agregat Kasar

Menurut Steven (2017) Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 5 mm. Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, mengurangi penggunaan semen dan lekatan antara permukaan agregat dengan pastanya menjadi kuat dan menghasilkan nilai kuat tekan beton yang baik.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Sesuai dengan (SNI 03 - 2847- 2002), bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir maksimum sebesar 5,00 mm. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no.100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. (Pane et al., 2015)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. (Ridho, 2019)

Gradasi dan modulus kehalusan serta bentuk partikel agregat halus adalah faktor yang sangat signifikan dalam memproduksi mortar mutu tinggi. Bentuk partikel serta tekstur permukaan (surface texture) akan sangat mempengaruhi banyaknya kebutuhan air pengadukan dan nilai kuat tekan. Pasir dengan gradasi sama, tetapi berbeda 1% kandungan rongga akan menghasilkan perbedaan kebutuhan air sebesar 0,005 m³ per m³ mortar. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan bertekstur halus, hal ini untuk mengurangi kebutuhan air yang lebih banyak.

2.2.3 Air

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan (SNI-03-2847-2002). Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak mempunyai rasa atau bau yang mencolok memenuhi syarat sebagai air campuran untuk pembuatan beton. Apabila ketidakmurnian dalam air campuran berle-bihan, dapat mempengaruhi tidak hanya waktu pengikatan (*setting time*), kuat beton, stabilitas volume (perubahan panjang), tetapi dapat juga mengakibatkan pengefloran (*efflorescence*) atau korosi tulangan. Konsentrasi tinggi dari bahan solid yang dapat larut dalam air, sebaiknya dihindari. (Pane et al., 2015)

2.2.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen.

$$FAS = \frac{W_w}{W_c} \quad (2.1)$$

dimana :

W_w = Berat air

W_c = Berat semen

Faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini harus merupakan kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran (Nawy,1990).

Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian-bagian semen sedikit sehingga jarak antara butiran-butiran semen pendek. Akibatnya massa semen, menunjukkan lebih berkaitan, karenanya kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan semen mencapai kepadatan tinggi. Semakin kecil nilai faktor air semen maka akan mengakibatkan nilai kuat tekan yang semakin tinggi. Walaupun demikian nilai faktor air semen mempunyai batasan sepanjang adukan beton masih dapat di kerjakan secara baik.

2.2.5 Semen

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

2.2.6 Semen Pozzolan

Pozzolan adalah senyawa silika atau silica alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa kalsium hidroksida pada suhu normal hidrolis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

Mutu pozzolan dibedakan menjadi 3(tiga) kelas, diman tiap-tiap kelas ditentukan komposisi kimia dan sifat fisiknya. Pozzolan mempunyai mutu yang baik apabila jumlah kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ tinggi dan reaktifitasnya tinggi dengan kapur. Ketiga kelas untuk masing-masing pozzolan adalah sebagai berikut(Morc/oc/c dan Brook, 1991):

1. *Pozzolan* Kelas N Yaitu Pozzolan alam atau hasil pembakaran, Pozzolan yang dapat digolongkan di dalam jenis ini seperti tanah diatomic, opaline dan shales, tuff, dan abu vulkanik(pum/cete), dimana bisa diproses melalui pembakaran yang memiliki sifat pozzolan yang baik.
2. *Pozzolan* Kelas C Yaitu jenis fly ash yang mengandung CaO diatas 10% yang dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub bitumen batu bara.
3. *Pozzolan* Kelas F Yaitu Jenis fly ash yang mengandung CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batu bara.

Pozzolan yang ditambahkan pada campuran adukan beton sampai batas tertentu dapat mengakibatkan semen untuk memperbaiki kelecakan dan menambah ketahanan beton dari serangan kimiawi(Swamz, 1986). Penambahan bahan *Pozzolan* juga dapat meningkatkan kekuatan beton. Hal ini karena terjadi reaksi pengikat kapur bebas, sisa proses hidrasi semen dan air. Dengan bahan *Pozzolan* ini, sisa hasil reaksi hidrasi semen dapat menghasilkan semacam gel yang berfungsi sebagai perekat, yang dapat diiustrasikan sebagai berikut (Swam/, 1986).

2.3 Admixture

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. (Fuad, 2021)

Admixture atau bahan tambah yang didefenisikan dalam *Standard Definitions of terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sabagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya

untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi. Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Untuk bahan tambah yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494, “*Standard Spesification for Chemical Admixture for Concrete*”.

2.3.1 Abu Ampas Tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Abu pembakaran ampas tebu merupakan limbah dari proses produksi gula di pabrik gula, Abu pembakaran ampas tebu atau juga disebut abu ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 550°– 600°C dan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya. (Amiwarti et al., 2023)

Suhu pembakaran abu amapas tebu mempengaruhi terhadap kuat tekan beton yang diinginkan. Semakin tinggi suhu pembakaran ampas tebu maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin menurun. Berdasarkan kandungan silika (SiO_2)

dan ferrit (Fe_2O_3) yang cukup tinggi, abu ampas tebu juga dapat digunakan sebagai bahan tambah pada pembuatan beton, batako ringan dan pozzolan (bersifat semen). Penggunaan *pozzolan* pada campuran beton selain dapat mengikat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ menjadi CSH pada proses hidrasi antara air dan semen, juga dapat mengurangi panas hidrasi karena reaksi *pozzolan* yang cukup lambat. Hal ini menyebabkan dapat mengurangi retak-retak pada beton, sehingga beton akan lebih tahan terhadap serangan zat-zat agresif. Pembentukan CSH oleh *pozzolan* juga akan mengakibatkan tertutupnya pori-pori pada beton.

2.3.2 Kapur

Kapur terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium karbonat (MgCO_3) dalam bentuk kalsit mineral. Kapur memiliki sifat yang mudah menyerap air. Kapur memiliki beberapa sifat yang baik sebagai bahan bangunan. (Fauziah Nur, 2017)

Menurut Alizar (2009), kapur mempunyai 2 jenis yaitu kapur hidrolik dan kapur non hidrolik.

a. Kapur Hidrolik

Kapur hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Sebagian besar (65-75%) bahan kapur hidrolik terbuat dari batu gamping, yaitu kalsium karbonat beserta bahan pengikutnya berupa silika, alumina, magnesia dan oksida besi. Meskipun kapur hidrolik memperlihatkan sifat hidroliknya, namun tidak cocok untuk bangunan-bangunan di dalam air, karena membutuhkan udara yang cukup untuk mengeras. Sifat umum dari kapur adalah sebagai berikut :

- a. Kekuatannya rendah
- b. Berat jenis rata-rata 1000 kg/m³
- c. Bersifat hidrolik
- d. Tidak menunjukkan pelapukan
- e. Dapat terbawa arus.

b. Kapur Non Hidrolik

Kapur non hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor

(belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur putih ini cocok untuk menjernihkan plesteran langit – langit, untuk mengapur kamar – kamar yang tidak penting. Jika digunakan sebagai bahan tambah campuran beton, kapur putih akan menambah kekenyalan dan memperbaiki sifat pengerjaan beton. dengan campuran 1:3, kapur putih dapat memperbaiki permukaan beton yang tidak mengandung pori – pori. Kapur putih merupakan komponen utama dan bata yang terbuat dari pasir dan kapur. Kekuatan kapur sebagai bahan pengikat hanya dapat mencapai sepertiga kekuatan semen portland.

Penggunaanya antara lain untuk adukan tembok, lapisan bawah plesteran, plesteran akhir, bahan pencampur semen dan sebagai bahan tambah jika beton akan diekspos. (Kristiawan & Suwandi, 2015)

2.4 Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*Additive dan Admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *Abrams* dengan cara mengisi kerucut *Abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak tiga lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusukan dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu diangkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *slump*. (Aditya Pratama, 2023).

2.5 Kuat Tekan

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*Additive dan Admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *Abrams* dengan cara mengisi kerucut *Abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat

mewakili adukan tersebut) sebanyak tiga lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusukan dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu diangkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *slump*. (Aditya Pratama, 2023).

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)

2.6 Penelitian Terdahulu

1. Eko Bagus Saputra, Luky Indra Gunawan, dan Hendramawat Aski afarizki (2019)

Abu ampas tebu yang berasal dari PT. PG Madu Kisno merupakan limbah yang memiliki kandungan silikat cukup sebesar. Penelitian terhadap Abu ampas tebu dilakukan sebagai bahan tambah dengan prosentase sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% terhadap berat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Abu ampas tebu terhadap kuat beton. benda uji yang digunakan adalah silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Penggunaan air untuk campuran beton dalam penelitian ini ditambahkan sebesar 1.068% untuk setiap prosentase Abu ampas tebu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan air sebesar 1.068% disetiap prosentase Abu ampas tebu yang ditambahkan menghasilkan nilai slump yang mendekati nilai slump beton normal. Pada kuat tekan beton Abu ampas tebu mengalami penurunan dibandingkan dengan kuat tekan beton normal dengan hasil beton Abu ampas tebu mendapatkan

kuat tekan terbesar yakni 18,07 Mpa pada prosentase penambahan Abu ampas tebu 5% dan beton normal mendapatkan kuat tekan sebesar 29,128 Mpa. Penggunaan Abu ampas tebu sebagai bahan tambah terhadap berat semen kurang begitu efektif.

2. Kholifatul Roziqi, Warsito , dan Eko Noerhayati (2020)

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, oleh sebab itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Abu Ampas Tebu (AAT) adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan hasil limbah buangan yang berlimpah dari proses pembuatan gula. Pembakaran ampas tebu memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan kekuatan beton. Karena Abu Ampas Tebu (AAT) bersifat pozzolan dan mengandung silica. Penambahan serat alami (natural fiber), khususnya serat bambu juga menjadi pilihan karena merupakan produk hasil alam yang mudah dibudidayakan. Fungsi dari Abu Ampas Tebu (AAT) sendiri adalah bahan penambahan semen guna mengurangi penggunaan semen, sedangkan Serat Bambu (SB) sendiri adalah bahan tambahan sebagai agregat kasar (kerikil). Pengaruh penambahan abu ampas tebu dan serat bambu semakin banyak penambahan abu ampas tebu dan serat bambu maka nilai kuat tekan tidak akan memenuhi syarat yang di tentukan, hanya beberapa persentase yang memenuhi syarat yaitu AAT 0%-SB 0%, AAT 0%- SB 1,5%, AAT 10%-SB 0%, dan, AAT 10%- SB 3% yaitu (K 210, K 182, K194, dan K 179)

3. M. Arriandri Putra (2014)

Bersamaan dengan meningkatnya skala pembangunan semakin besar kebutuhan beton di masa yang akan datang, dengan demikian kebutuhan akan bahan baku semen dan material campuran lainnya seperti agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambahan lainnya akan meningkat pula. Namun bahan baku yang selama ini diperoleh dari alam cenderung menurun akibat eksploitasi yang terus dilakukan. Oleh karena itu, banyak percobaan dilakukan untuk menemukan sumber alami alternatif sebagai substitusi dari agregat alam. Salah satunya dengan

memanfaatkan limbah kulit kerang yang dihaluskan dan abu ampas tebu yang dapat menjadi alternatif sebagai substitusi semen. Dalam penelitian beton dengan campuran abu tebu dan abu kulit kerang direndam dalam larutan NaCl sebagai simulasi air laut. Dari 3 kombinasi yang digunakan hasil yang didapat adalah beton dengan kombinasi 8% abu tebu + 12% kulit kerang mendapatkan kuat tekan tertinggi yaitu 228.29 kg/cm² sedangkan beton normal hanya mencapai 206.89 kg/cm². Penurunan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal yang terbesar terjadi pada beton dengan kombinasi campuran 12% AT + 10% K pada umur 14 hari sebesar 19.88%, sedangkan untuk Kenaikan tertinggi terjadi pada beton dengan kombinasi 8% abu tebu + 14% sebesar 8.48%. Jadi Beton dengan tambahan abu ampas tebu dengan limbah kulit kerang mengalami kenaikan pada kombinasi 8% abu tebu + 14% kulit kerang, sedangkan pada kombinasi 12% AT + 10% K mengalami penurunan, hal tersebut dikarenakan suhu pembakaran Abu tebu yang kurang stabil sehingga reaksi silika yang diperoleh kurang stabil dan kurang reaktif dan tidak bereaksi optimal dengan limbah kulit kerang.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *experiment*, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Percobaan yang dilakukan berupa pembuatan beton dengan menambahkan Abu Ampas Tebu dan kapur (*lime*) pada campuran beton.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Dalam hal ini menyiapkan material yang akan digunakan seperti (agregat kasar, agregat halus, abu ampas tebu, dan kapur (*lime*)). Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan bahan material penyusun beton

Pemeriksaan bahan material ini ditujukan untuk memastikan apakah bahan penyusun beton telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, apabila digunakan dalam pencampuran (*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 test* yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c) Pengecoran ke dalam cetakan silinder.

d) Pelepasan benda uji dari cetakan silinder

5. Perawatan Benda Uji

Pada bagian ini beton yang sudah didiamkan di cetakan dan sudah mengering, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (curing). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 7 hari dan 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 7 hari dan 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan.

6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton dilakukan, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui besar ketahanan beton terhadap kuat tekan.

7. Pembahasan dan Laporan Akhir

Dengan diketahuinya nilai kuat tekan beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tanggal 18 Maret dan diuji di Laboratorium Universitas Sumatera Utara pada tanggal 27 Maret dan 4 Mei.

3.4 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2016)
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2016)
4. Pemeriksaan berat isi dan agregat (SNI 1973:2008)
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4142, 1996)
7. Perencanaan campuran beton (Mix Design) (SNI 03-2834-2000)

8. Kekentalan adukan beton segar (slump) (SNI 1972:2008)
9. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
10. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 2496-2018)
11. Uji kuat tekan beton (SNI 1974-2011)

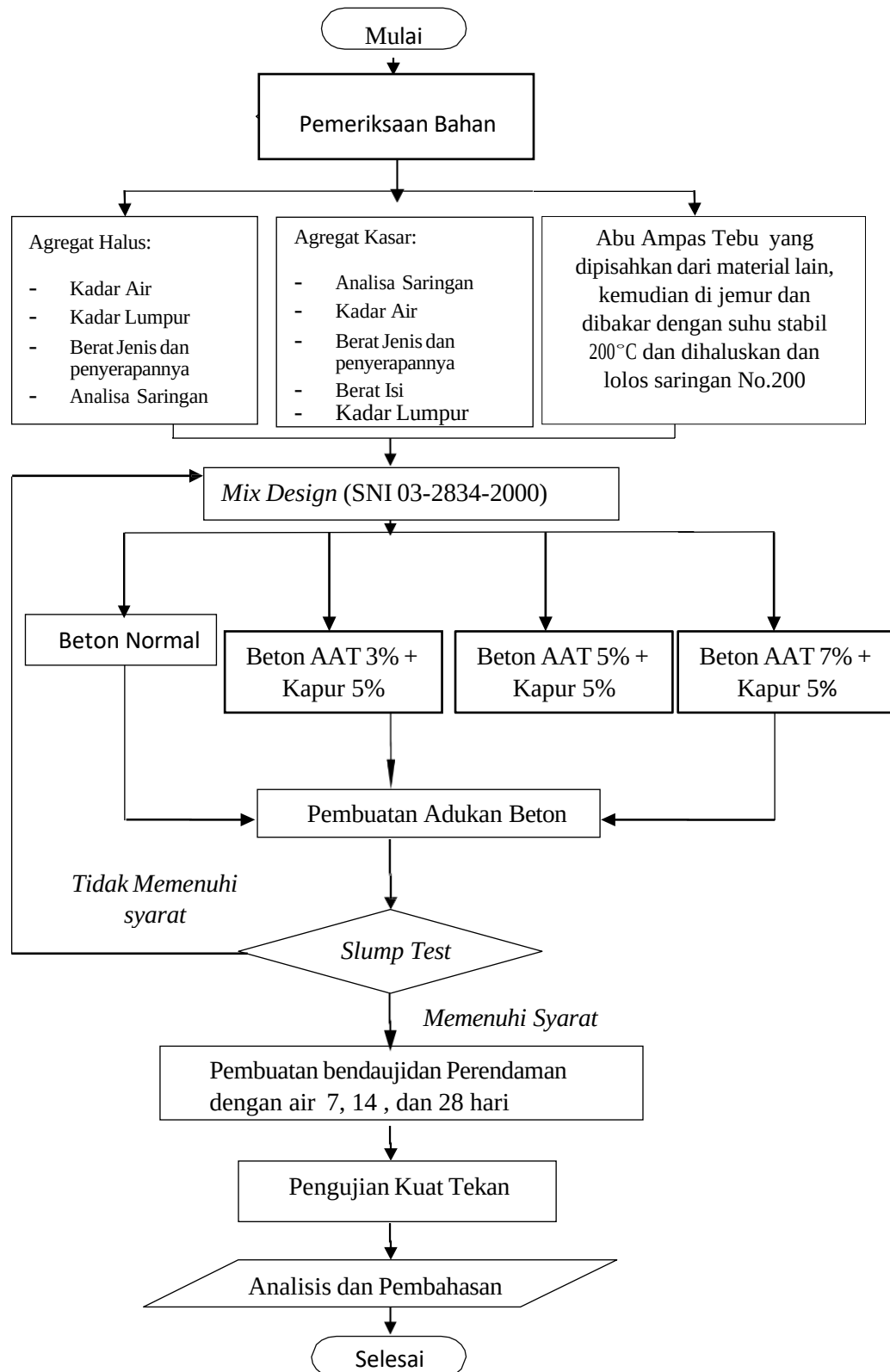
3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 03-2834-2000 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Metode penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji terlebih dahulu di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan bahan tambah berupa abu ampas tebu dengan variasi 3%, 5%, dan 7% dan kapur (*lime*) dengan persentase 5% dari berat semen. Sedangkan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan maka dapat dilakukan pengujian material, pengujian material mencakup seluruh bahan dalam pembuatan beton untuk memperkuat nilai kuat tekan dalam beton.

Jika semua tahap di atas telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *mix design*. Pada tahap ini semua bahan yang sudah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya. Pada penelitian ini, *mix design* dibuat dalam tiga variasi yaitu beton normal, beton dengan tambahan abu ampas tebu, dan beton dengan tambahan abu ampas tebu dan *sika fume*. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk silinder sebanyak 24 buah yang akan diuji pada umur beton 7 hari dan 28 hari.

3.4.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1: Diagram alir Penelitian Beton Abu Ampas Tebu

3.5 Alat dan Bahan

Untuk memenuhi persyaratan yang berlaku, diperlukan peralatan dan bahan berkualitas tinggi untuk memaksimalkan hasil penelitian. Selain itu, laboratorium Universitas Muhammadiyah Smatera Utara memuat sejumlah alat. Alat-alat berikut digunakan:

3.5.1 Alat

1. Kumpulan saringan agregat halus meliputi: Nomor.4, 8, 16, 30, 50, dan 100 Pan. Gradasi pasir yang digunakan diperiksa dengan filter ini.
2. Timbangan digital adalah alat untuk menimbang secara akurat bahan yang digunakan.
3. Gelas yang digunakan untuk mengukur air dan campuran dalam proyek beton yang memadat sendiri.
4. Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melacak durasi tes.
5. Piknometer dapat digunakan untuk mengukur berat jenis dan penyerapan pada pasir.
6. Sampel bahan dapat dikeringkan dalam oven.
7. Sampel air dapat disimpan dalam ember atau wadah.
8. Sebuah wadah plastik seberat 10 kg digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang sudah jadi.
9. Pan adalah alat yang digunakan untuk mencampur dasar beton segar.
10. Skop tangan dan alat cetok untuk meratakan permukaan beton dalam cetakan dan berfungsi sebagai pengaduk beton segar.
11. Selang adalah alat untuk mengosongkan air mixer dan membersihkannya.
12. *Bekisting* beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
13. Dengan kuas dan Vaseline, cetakan beton dilapisi agar tidak lengket.
14. Seperangkat peralatan untuk pengujian aliran slump, yang meliputi: pelat, kerucut abrams dan penggaris
15. Mesin pengaduk digunakan untuk mencampur semua bahan menjadi satu untuk membuat adonan beton segar.

16. Bak rendam digunakan untuk merendam beton yang telah keluar dari cetakan.
17. Kuat tekan beton dapat diukur dengan menggunakan *compression test machine*.

3.5.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan beton dengan penambahan abu ampas tebu dan kapur (*lime*) adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar
2. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai dengan ukuran maksimum 20 mm
3. Agregat Halus
4. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Jl. Megawati, Kota Binjai
5. Abu Ampas Tebu
6. Abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pabrik yang berada di Binjai.
7. kapur (*lime*)
8. kapur (*lime*) yang di gunakan untuk bahan tambah pada beton berasal dari panglong.
9. Air
10. Air yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Aman untuk diminum dan memenuhi persyaratan penggunaan air dalam beton.

3.6 Jumlah Benda Uji

Cetakan silinder dengan tinggi 30 cm, lebar 15 cm digunakan untuk membuat benda uji. Berikut jumlah benda uji dapat di lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1: Jumlah Benda Uji Pembuatan Beton dengan Tambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur (*Lime*)

No	Variasi campuran beton	Pengujian kuat tekan		
		Umur beton 7 hari	Umur beton 14 hari	Umur beton 28 hari
1	Beton Normal	2 sampel	2 sampel	2 sampel
2	Beton dengan kombinasi 3% abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen dan kapur (<i>lime</i>) 5% sebagai bahan tambah	2 sampel	2 sampel	2 sampel
3	Beton dengan kombinasi 5% abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen dan kapur (<i>lime</i>) 5% sebagai bahan tambah	2 sampel	2 sampel	2 sampel
4	Beton dengan kombinasi 7% abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen dan kapur (<i>lime</i>) 5% sebagai bahan tambah	2 sampel	2 sampel	2 sampel
Jumlah		24 buah		

Keterangan :

BTN : Beton Normal

BTAAT : Beton Abu Ampas Tebu

BTAATK : Beton Abu Ampas Tebu kapur (*lime*)

3.7 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur kemudian melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.8 Pemeriksaan Agregat

3.8.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan dan berat jenis semu adalah semua cara untuk mengukur berat jenis. Berdasarkan kondisi setelah direndam dalam air selama (24+4) jam, dilakukan pengukuran berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air. Berikut prosedur pengujian agregat kasar:

1. Benda uji dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur atau bahan lain yang menempel di permukaan.
2. Spesimen harus dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya masih tetap.
3. Setelah mengeluarkan spesimen dari oven, biarkan mendingin pada suhu kamar selama satu sampai tiga jam.
4. Benda uji kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Spesimen kemudian harus direndam selama 24 sampai 4 jam dalam air suhu kamar.
5. Benda uji kemudian dikeluarkan dari air dan diseka dengan kain penyerap sampai lapisan air pada permukaan hilang (permukaan kering jenuh atau SSD). Setiap butiran besar harus dikeringkan secara terpisah.
6. Selanjutnya benda uji harus ditimbang dalam keadaan jenuh (BJ ssd).
7. Setelah benda uji dimasukkan ke dalam keranjang, benda uji dikocok untuk melepaskan udara yang terjebak dan menentukan beratnya di dalam air. Untuk melakukan penyesuaian suhu standar 25 °C suhu air diukur.

3.8.2 Analisa Gradasi Agregat

Dengan menggunakan ayakan, analisis gradasi agregat dimaksudkan sebagai pedoman untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar. Adapun pengujian gradasi agregat sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
2. Tentukan berat yang dibutuhkan dengan cara menimbang benda uji. Setelah itu, atur filturnya, mulai dari yang paling besar di atas. Panci kemudian diposisikan di bagian bawah. Agregat kemudian dimasukkan dari atas dan penutup filter digunakan untuk menutup bagian atas filter. Mesin pengayak digunakan untuk mengayak selama 15 menit agar hasil terpisah secara merata.
3. Berat agregat di setiap filter kemudian diukur.

3.8.3 Kadar Lumpur Agregat

Tujuan dari metode pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat adalah sebagai acuan dan panduan untuk pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat. Berikut prosedur pengujian kadar lumpur agregat:

1. Dengan massa 500 gram, benda uji dimasukkan kemudian ditimbang (W_1).
2. Setelah itu ditambahkan air cucian secukupnya ke dalam wadah hingga benar-benar merendam benda uji.
3. Ulangi langkah di atas hingga air cucian bersih dan wadah dikocok hingga kotoran pada benda uji hilang.
4. Setelah itu, semua bahan dimasukkan kembali ke dalam wadah dan ditempatkan di nampan dengan berat yang diketahui (W_2).
5. Benda uji kemudian dipanggang hingga tidak ada lagi bobot yang tersisa.
6. Timbang dan catat beratnya (W_3) setelah dikeringkan.
7. Kemudian tentukan berat bahan kering ($W_4 = W_3 - W_2$). (3.1)

3.8.4 Berta Isi Agregat

Rumus perhitungan volume produksi campuran, kadar semen dan kadar udara dalam beton serta berat satuan campuran beton segar. Berikut adalah tata cara percobaan berat satuan agregat:

1. Mencatat berat silinder kosong (W_1) adalah langkah pertama.

2. Benda uji kemudian dimasukkan dengan hati-hati menggunakan sekop dari ketinggian maksimum 5 cm di atas silinder sampai penuh, menghindari pemisahan butiran.
3. Permukaan benda uji kemudian diratakan dengan penggaris leveling.
4. Silinder beserta isinya kemudian dicatat dan ditimbang (W_2).
5. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$). (3.2)

3.8.5 Kadar Air Agregat

Langkah-langkah berikut dapat diambil untuk menentukan kadar air total agregat melalui pengeringan. Penentuan proporsi air yang dapat diuapkan melalui pengeringan dari sampel agregat. Berikut ini adalah prosedur percobaan untuk menentukan kadar air total:

1. Catat berat talam kosong (W_1).
2. Setelah itu, benda uji ditimbang dan dicatat bobotnya (W_2) sebelum dimasukkan ke dalam tray.
3. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$). (3.3)
4. Spesimen kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ dengan tray hingga beratnya tetap.
5. Ditimbang setelah dikeringkan kemudian baik spesimen maupun berat baki (W_4) dicatat.
6. Berat spesimen kering kemudian dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$). (3.4)

3.9 Kalsium

Kapur adalah material yang berasal dari batuan sedimen. Zat pada kapur yang memiliki kandungan sama dengan semen yang tersusun dari mineral kalsium. Kapur merupakan sedimen berwarna putih yang memiliki 3 senyawa utama yaitu kalsiumkarbonat, kalsium oksida, dan kalsium hidroksida. Kapur pada penelitian ini dapat dipanglong di Medan Sumatera Utara.

Kalsium yang akan digunakan dalam campuran beton yaitu kapur hidrolik yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel. Untuk menggunakan bahan tambah menggunakan kapur 3%, 5%, dan 7% dari berat semen.

Tabel 3.2: Kebutuhan bahan sebagai variasi campuran.

Kode	Volume 1 x Adukan (m ³)	Komposisi Bahan						
		PCC			Agregat halus (Pasir) (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Total (Kg)
		PCC (Kg)	Abu Ampas Kopi (Kg)	Kapur				
BN	0,0175	100 % 5886	-	-	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775
BAAK- 3%	0,0175	92 % 5415	3 % 177	5 % 294	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775
BAAK- 5%	0,0175	90 % 5298	5 % 294	5 % 294	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775
BAAK- 7%	0,0175	88 % 5180	7 % 412	5 % 294	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775
Total	0,0700	21. 778	883	882	48.424	86.184	12.948	171.135

3.10 Mix Design

Ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen bahan pembentuk beton untuk menghasilkan campuran beton yang memenuhi kekuatan dan daya tahan yang diinginkan sekaligus dapat dikerjakan untuk memudahkan proses kerja. Dalam penelitian ini terdapat beberapavariasi dalam adukan beton, dengan menambahkan AAT (Abu Ampas Tebu) sebagai pengganti sebagian semen yang diberikan secara konstan sebanyak 0%,3%,5%, dan 7%.

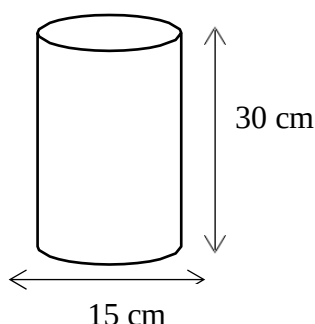
Hal ini untuk menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

Tabel 3.3: Kombinasi Campuran Beton

No	AAT	Kapur
1	3%	5%
2	5%	5%
3	7%	5%

3.11 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat adalah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan berjumlah 24 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan bahan tambah berupa abu ampas tebu dan kapur (*lime*).



Gambar 3.2 :Benda Uji Silinder

1. Mempersiapkan keperluan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan uji.
2. Menimbang masing-masing bahan sesuai dengan yang telah di tentukan.
3. Menggunakan skrup dan kain lap, cetakan diterapkan dan vaseline diterapkan pada langkah-langkah selanjutnya.
4. Hidupkan mixer (mesin pengaduk).
5. Masukkan bahan dimulai dari air, agregat kasar, agregat halus, abu ampas tebu dan kapur (*lime*) dari yang terberat hinga yang terkecil.
6. Setelah itu masukkan air kedalam mesin pengaduk.
7. Memeriksa *slump flow* pada beton segar.
8. Masukkan campuran beton segar kedalam cetakan hingga penuh.
9. Ratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.

10. Mendingkan beton selama 24 jam sampai beton mencapai kapasitas maksimalnya/ mengeras dengan sempurna.
11. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (curing) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 7 hari dan 28 hari.
12. Setelah direndam selama 7 hari dan 28 hari, kemudian angkat beton dan keringkan.
13. Melakukan uji kuat tekan beton.

3.12 Pemeriksaan Slump Test

Berikut langkah – langkah dengan pengujian *slump test*:

1. Kerucut Abrams dan pelat berukuran 1 m x 1 m direndam.
2. Tempatkan kerucut Abrams terbalik di tengah piring di atas bidang datar.
3. Setelah mengisi kerucut Abrams ke atas dengan campuran beton, ratakan dengan potongan dan diamkan selama satu menit. Saat menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu penyebaran adukan, perlahan angkat kerucut Abrams ke atas.
4. Saat penyebaran adukan mencapai diameter 500 mm, hentikan stopwatch dan catat waktunya. Saat distribusi penyebaran berhenti, hentikan stopwatch dan catat waktunya.
5. Lebar campuran beton harus diukur secara vertikal dan horizontal dengan penggaris.
6. Tingkat kekentalan campuran dapat ditentukan dengan mengukur diameter distribusi, semakin besar diameternya maka semakin tipis campurannya

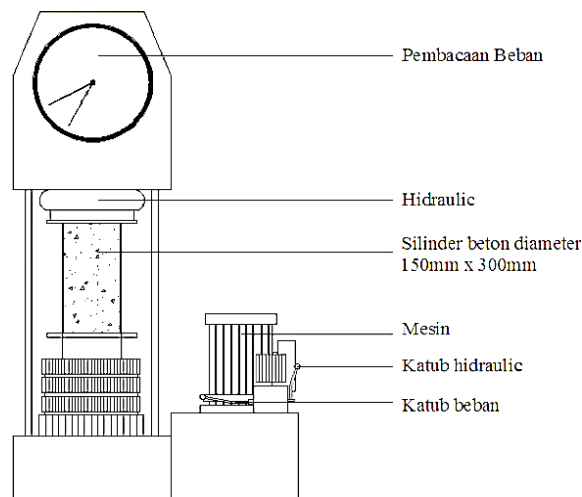
3.13 Perawatan (Curing) Pada Benda Uji

Pedoman dalam SNI 2493:2011 menjadi landasan prosedur curing yang diterapkan pada benda uji dalam penelitian ini. Benda uji direndam dalam bak perendaman berisi air selama prosedur ini. Benda uji direndam setelah mencapai (7 hari dan 28 hari). Proses perendaman benda uji ini terdiri dari Keluarkan benda uji dari cetakan. Berikut langkah-langkah proses perendamam benda uji beton yaitu:

1. Pastikan benda uji benar-benar kering.
2. Air bersih dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ditambahkan ke dalam bak perendaman.
3. Tempatkan benda uji dengan hati-hati ke dalam bak perendaman.
4. Setelah direndam selama 6 hari dan 27 hari, keluarkan benda uji pada hari ke 7 dan 28.
5. Benda uji harus ditimbang setelah kering.

3.14 Pengujian Kuat Tekan

Tujuan pengujian kuat tekan untuk mengetahui mutu beton. Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang. dengan menggunakan alat Compression Machine. kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin. Perbandingan dari air semen merupakan factor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan desaknya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberi aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan workability akan tetapi menurunkan kekuatan.



Gambar 3.3: *Setting Up* Pengujian Kuat Tekan Beton

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data Tabel 4.1 dibawahini. tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (Mix Design) dengan kuat tekan diisyaratkan sebesar 20 MPa.

Tabel 4.1: Data-Data Hasil Pemeriksaan Dasar

No	Data Tes Dasar	Nilai
1	Berat jenis agregat kasar	2,73 gr/cm ³
2	Berat jenis agregat halus	2,48 gr/cm ³
3	Kadar lumpur agregat kasar	0,63 %
4	Kadar lumpur agregat halus	2,49 %
5	Berat isi agregat kasar	1,54 gr/cm ³
6	Berat isi agregat halus	1,52 gr/cm ³
7	FM agregat kasar	6,89 %
8	Fm agregat halus	2,83 %
9	Kadar air agregat kasar	0,85 %
10	Kadar air agregat halus	2,32 %
11	Penyerapan agregat kasar	0,74 %
12	Penyerapan agregat halus	1,21 %
13	Nilai slump rencana	30-180 mm
14	Ukuran agregat maksimum	40 mm

4.1.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

- **Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

Berdasarkan hasil uji berat jenis penyerapan agregat kasar mengacu berdasarkan ASTM C 127 tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data – data pada table sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa. Pada table terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis. Dari percobaan ini di dapat nilairata – rata BJ contoh kering 2,645 gr, BJ kering permukaan (SSD) 2,665 gr dan BJ Semu (Sa) 2,704 gr sehingga rata – rata nilai penyerapan yang di dapat pada percobaan ini sebesar 0,805%. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

Tabel 4. 2: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Agregat Kasar	Sample I	Sample II	Rata-rata	Satuan
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2565	2550	2557,5	gr
Berat contoh SSD kering oven (110) sampai konstan (C)	2550	2552	2551	gr
Berat contoh jenuh (B)	1620	1622	1621	gr
Berat contoh kering C/A(A-B)	2,69	2,75	2,72	gr
Berat jenis contoh SSD A/(A-B)	2,71	2,74	2,73	gr
Berat jenis contoh semu C/(C-B)	2,74	2,74	2,74	gr
Penyerapan $((A-C)/C) \times 100\%$	0,58	-,0,07	0,25	%

4.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Dari hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm. Dan berdasarkan Acuan SNI 03-1968-1990 tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian ini di dapat nilai analisa gradasi agregat kasar yang tertera pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Komulatif	
	<i>Sample I</i> (gr)	<i>Sample II</i> (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. 30)	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	5000	100	689,94	

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 689 %

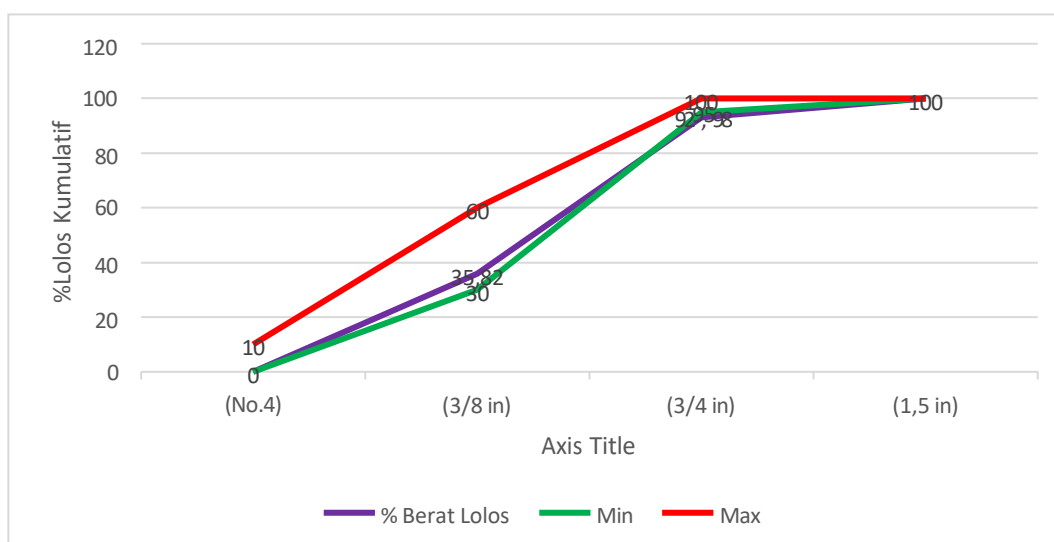
$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{689}{100} \\
 &= 6,89
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian analisa saringan selain untuk menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase 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 4.4 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 40 mm, tetapi dalam Analisa saringan agrgeat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Gradasi Analisa Agregat Kasar

4.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dari hasil pengujian didapat nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 0,58% dan pada sampel 2 sebesar 0,68%. Oleh karena itu rata-rata nilai kadar lumpur padakedua sampel adalah sebesar 0,63%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar yang mengacu pada SNI 4142:1996 yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Agregat Halus lolos saringan No. 4 mm	I	II	Rata-Rata
Berat contoh kering A (gr)	2048	2193	2121
Berat kering setelah dicuci B (gr)	2036	2178	2107
Berat kotoran lolos saringan No. 200 setelah dicuci C (gr)	12	15	18,5
Persentase kotoran agregat halus lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,58	0,68	0,63

4.4 Berat Isi Agregat Kasar

Dari pengujian diperoleh berat isi agregat kasar pada penelitian diperoleh rata- rata berat isi dengan nilai 1,5 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan pada beton normal yang berkisar 1,5-1,8 gr/cm³,sehingga berat pada agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

No.	Course Agreggate Passing No. 50.8	CARA LEPAS	CARA ROJOK	CARA GOYANG
1	Berat contoh & wadah W2 (gr)	21986	22574	22986
2	Berat wadah W1 (gr)	5336	5336	5336
3	Berat contoh W3 (gr)	16650	17238	17650
4	Volume wadah V (cm3)	11125,4	11125,4	11125,4
5	Berat isi (gr/cm3)	1,49	1,54	1,58
Average		1,54		

4.5 Kadar Air Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat kasar mengacu pada SNI 03-4804- 1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari pengujian kadar air agregat kasar pada percobaan ini dengan percobaan 2 sample dimana nilai kadar air pada sample 1 sebesar 0,7 % dan sample 2 sebesar 1,01 % sehingga di dapat nilai rata – rata sebesar 0,85 %. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	Gr	4099	3776
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	Gr	4074	3745
Berat contoh kering oven (W2-W3)	gr	3568	3252
Berat wadah (W3)	gr	506	493
Berat air (W1-W2)	gr/cm ³	25	21
Berat air total (P)			
$((W1-W2)/W2) \times 100\%$	%	0,7	1,01
Rata – rata	0,85%		

4.6 Pemeriksaan Agregat Halus

- **Analisa Gradasi Agregat Halus**

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990, serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.8: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

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.30)	169	136	305	15,29	46,27	53,73
0.30 (No.50)	464	436	900	45,11	91,38	8,62
0.15 (No.100)	11	14	25	1,25	92,63	7,37
Pan	69	78	147	7,37	100	0
Total	997	998	1995	100,00	282,92	

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

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada percobaan inididapat modulus butir sebesar 2,83%.

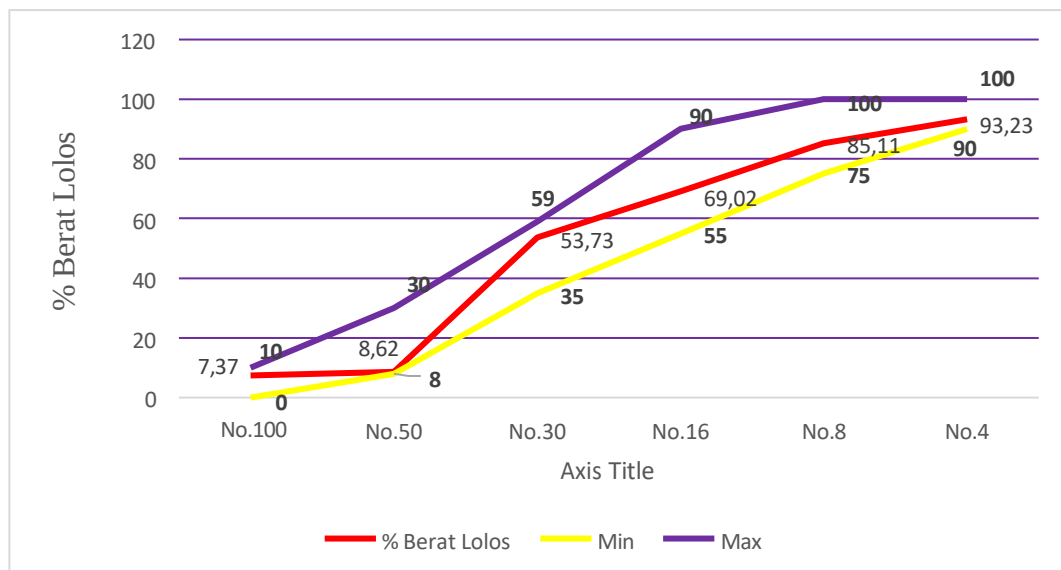
Tabel 4. 9 Daerah Gradasi Agregat Halus

Nomor Saringan	Lubang Saringan(mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100

Tabel 4.9: *Lanjutan*

8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
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 4.9 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Gradasi Saringan Agregat Halus

4.7 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji berat jenis penyerapan agregat halus dari 2 sample dengan berat sample SSD rata – rata 500 gr. Dari percobaan ini di dapat nilai rata – rata BJ kering (Sd) 2,54 gr, BJ jenuh kering permukaan (Ssd) 2,52 gr dan BJ Semu (Sa) 2,60 gr sehingga rata – rata nilai penyerapan yang didapat pada percobaan ini sebesar 1,21%. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

Tabel 4.10: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	I	II	Rata-Rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh B (gr)	500	500	500
Berat contoh SSD oven 110°C sampai konstan E (gr)	492	496	494
Berat piknometer penuh air D (gr)	994	995	994,5
Berat jenis contoh kering $C/A(A-B)$ (gr)	2,52	2,52	2,52
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$ (gr/cm ³)	2,56	2,53	2,54
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$ (gr/cm ³)	2,62	2,56	2,60
Penyerapan $(B-E)/E \times 100\%$ (%)	1,62%	0,81%	1,21%

4.8 Berat Isi Agregat Halus

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,52 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan pada beton normal yaitu minimal 1,5 – 1,8 gr/cm³, sehingga berat pada agregat halus telah memenuhi syarat.

Tabel 4.11: Hasil Pengujian Berat Isi

No.	Course Agreggate Passing No. 50	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & wadah W2 (gr)	21364	22765	22056
2	Berat wadah W1 (gr)	5327	5327	5327
3	Berat contoh W3 (gr)	16307	17438	16729
4	Volume wadah V (cm ³)	10948	10948	10948
5	Berat isi (gr/cm ³)	1,46	1,56	1,52
Average		1,52		

4.9 Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pemeriksaan hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur

rata-rata 2,49%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

Tabel 4.12: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat Halus lolos saringan No. 4 mm	Sampel I	Sampel II	Rata- Rata
Berat contoh kering A (gr)	1440	1935	1687,5
Berat kering setelah dicuci B (gr)	1404	1887	1645,5
Berat kotoran lolos saringan No. 200 setelah dicuci C (gr)	36	48	42
Persentase kotoran agregat halus lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,5	2,48	2,49

4.10 Kadar Air Agergat Halus

Dari pengujian kadar air agregat kasar pada percobaan ini dengan percobaan 2 sample dimana nilai kadar air pada sample 1 sebesar 2,32 % dan sample 2 sebesar 2,33% sehingga di dapat nilai rata – rata sebesar 2,32%.

Tabel 4.13: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Fine Agregate Passing No. 9,5 mm	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD & Berat Wadah (W1)	946	948
Berat contoh kering Oven & Wadah (W2)	936	938
Berat contoh kering oven (W2 - W3)	430	432
Berat wadah (W3)	506	
Berat air (W1-W2)	20	8
Kadar Air $(W1 - W2) / (W2 - W3) \times 100\%$	2,32%	2,33%
Rata-rata	2,32%	

4.11 Perhitungan Mix Design Beton

Rekapitulasi mix design beton dengan mutu 20 MPa menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 4.13:

Tabel 4.14: Rekapitulasi Mix Design Beton Mutu 20 MPa

PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda Uji slinder)	Ditetapkan	20 Mpa
2	Deviasi Standar		7 Mpa
3.	Nilai tambah (margin)	-	11,48 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang Ditargetken	1 + 3	31,48 Mpa
5.	Jenis Semen	Ditetapkan	Tipe I
6.	Jenis Agregat:		
	- kasar		
	- halus	Ditetapkan	Pasir alami
9	Slump	Ditetapkan	60-180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 3.	185 Kg/m ³
12	Jumlah semen	11/7	336,36 kg/m ³

Tabel 4. 14: *Lanjutan*

13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		336,36 Kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 Kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang Disesuaikan	Disesuaikan		0,55	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 4.1		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau Gabungan	Gambar 4.2		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Item 18		36%	
19	Berat jenis relative, agregat(kering permukaan)	Item 19		2,705	
20.	Berat isi beton	Gambar 4.5		2442,94 Kg/m ³	
21	Kadar agregat Gabungan	20 – (12 + 11)		1921,64 Kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		691,79 Kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1229,85 Kg/m ³	
24	Proporsi campuran			Agregat	
		Semen	Air	Kondisi	
		(Kg)	(Kg)	Jenuh kering permukaan	
				(Kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	336.36	185	691,79	1229,85
	- Tiap Campuran uji m ³	1	0,550	2,056	3,656
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,00	0,981	3,666	6,518

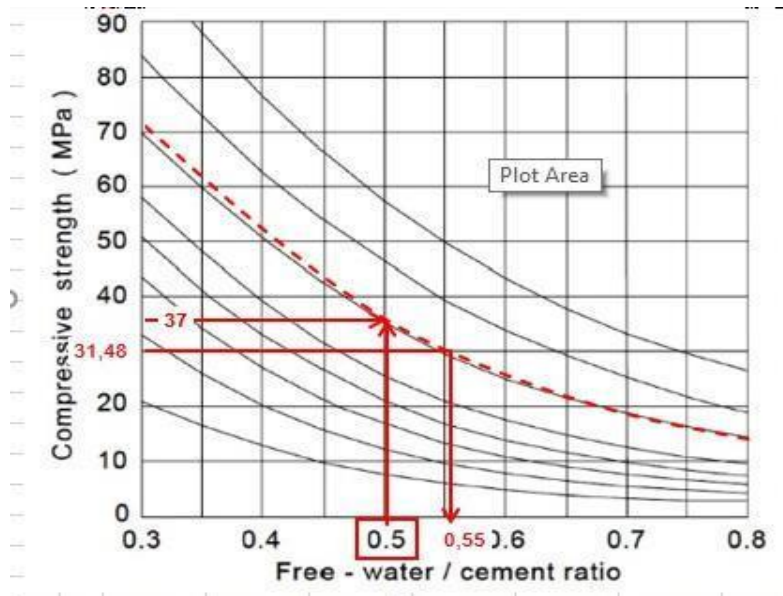
Tabel 4.14: *Lanjutan*

25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	336,36	178	685,39	1231,20
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,530	2,037	3,660
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,00	0,943	3,632	6,5253

Perhitungan *mix design* pada penelitian ini mengacu pada (SNI 03-2834-2000) dengan mutu yang direncanakan yaitu 20 Mpa. Berikut adalah langkah – langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan rencana (f'_c) = 20 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 7,14, dan 28 hari.
2. Deviasi standar nilai yang diambil sebesar 7,0 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 11,48 MPa.
4. Kekuatan rata-rata yang ditargetkan

$$f_{cr} = f'_c + S_r = 31,48 \text{ MPa}$$
5. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I (ditetapkan).
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dan agregat kasar (batu kerikil).
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 31,48 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,55.



Gambar 4.3: Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton Silinder 15 x 30 cm

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.3 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 60-180 mm.
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 60-180 mm sehingga dari Tabel 4.15 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 175 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 205 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = 185 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.15: Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m³) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---

Tabel 4:15: *Lanjutan*

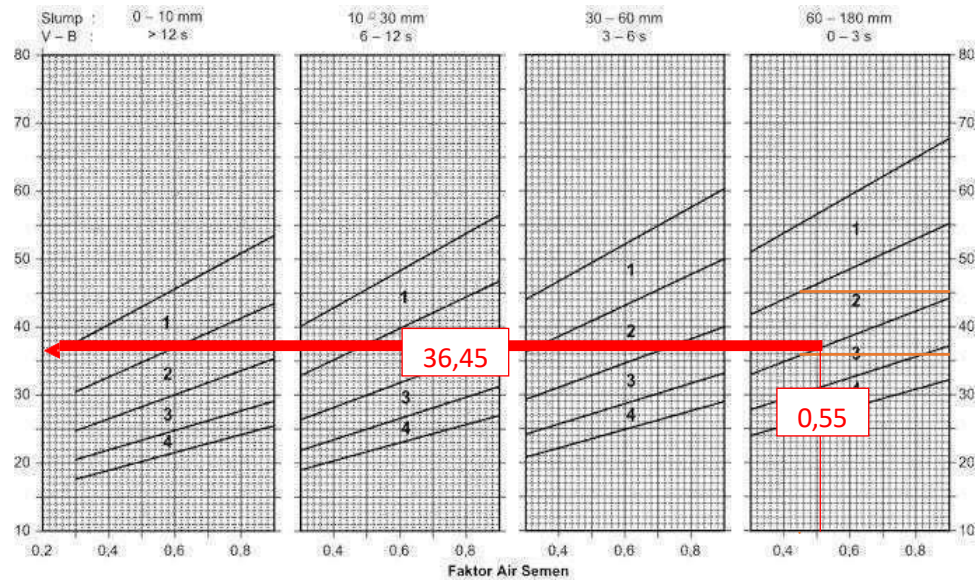
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\text{Kadar air semen} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen}}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Semen} &= \frac{185}{0,55} \\ &= 336,36 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 336,36 kg/m.
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 yaitu sebesar 0,55.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 4.1 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 4.2 yaitu batas gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180 mm, faktor air semen 0,55 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 36,45 '≈ 36

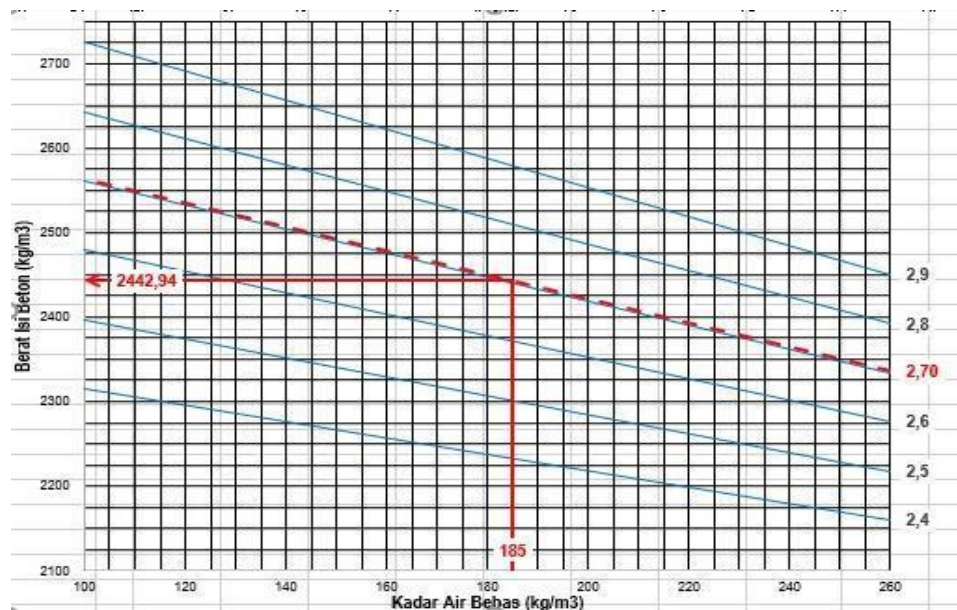


Gambar 4.4: Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm pada fas 0,55 (SNI 03-2834-2000)

19. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Relatif} &: \\ &= (AH \times BJAH) + (AK \times BJA K) = (0,360 \times 2,660) + (0,64 \times 2,731) \\ &= 2,705 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 185 dan berat jenis gabungan sebesar 2,705, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2442,94 kg/m³.



Gambar 4.5: Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Isi Beton (SNI 03-2834-2000)

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut. Kadar agregat gabungan
 $= \text{Berat isi beton} - (\text{kadar semen} + \text{kadar air bebas}) = 2443 - (185 + 336,36)$
 $= 1921,64 \text{ kg/m}^3$.
22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut. Kadar agregat halus = Kadar agregat gabungan $\times$ %AH $= 0,36 \times 1921,64 = 691,79 \text{ kg/m}^3$.
23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan – kadar agregat halus $= 1921,64 - 691,79 = 1229,85 \text{ kg/m}^3$.
24. Proporsi Campuran.
 kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.
- Semen $= 336,36 : 336,36 = 1$
 - Air $= 185 : 336,36 = 0,55$
 - Pasir $= 691,79 : 336,36 = 2,056$
 - Batu Pecah $= 1229,85 : 336,36 = 3,656$

4.11.1 Perhitungan Mix Design Beton

Dalam pembuatan sampel masing-masing sampel memiliki benda uji dengan 3 variasi yang akan dibuat. Terdapat jumlah yang akan digunakan dalam rencana mix design pada adukan beton 1 m³ sebagai berikut:

- Jumlah air (B) = 185 kg/ m³
- Jumlah agregat halus (C) = 691,79 kg/m³
- Jumlah agregat kasar (D) = 1229,85 kg/m³
- Penyerapan agregat halus (Ca) = 1,21%
- Penyerapan agregat kasar (Da) = 0,74%
- Kadar air agregat halus (Ck) = 2,32%
- Kadar air agregat kasar (Dk) = 0,85%

$$\begin{aligned}
 \text{a. Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 185 - (2,32 - 1,51) \times \frac{691,79}{100} - (0,85 - 0,74) \times \frac{1229,85}{100} \\
 &= 178,04 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

b. Agregat Halus

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} \\ &= 691,79 - (2,32 - 1,51) \times \frac{691,79}{100} \\ &= 685,39 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

c. Agregat Kasar

$$\begin{aligned}\text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1229,85 + (0,85 - 0,74) \times \frac{1229,85}{100} \\ &= 1231,20 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut :

- PC = 336,36 kg/m³
- Agregat halus = 685,39 kg/m³
- Agregat kasar = 1231,20 kg/m³
- Air = 178,04 kg/m³

Tabel 4.16: Banyak AAT+ K yang Dibutuhkan Dalam 1 Benda Uji Silinder

Persentase AAT+K (%)	Abu Ampas Tebu & Kapur (AAT+K)	
	Abu Ampas Tebu (gr)	Kapur (gr)
3 %	67,5	112,5
5%	112,5	112,5
7%	157,5	112,5

4.11.2 Kebutuhan Beton

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan:

$$\text{Tinggi} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter} = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \pi \cdot r^2 \cdot T \\ &= 3,14 (0,15)^2 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053\end{aligned}$$

Maka semen yang dibutuhkan untuk benda silinder banyak semen x
Volume benda uji:

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 336,36 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 1,782 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dimana terdapat campuran AAT 3% + 5% kapur dari berat semen untuk beton. Jumlah semen yang digunakan untuk 1 benda uji beton variasi dengan AAT kosntan 3% + 5% kapur

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 1,782 - (0,00534 + 0,0891) \\ &= 1,639 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jumlah semen yang digunakan untuk 1 benda uji beton variasi dengan AAT kosntan 5%. + 5% kapur

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 1,782 - (0,00891 + 0,00891) \\ &= 1,603 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jumlah semen yang digunakan untuk 1 benda uji beton variasi dengan AAT kosntan 7% + 5% kapur

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= 1,782 - (0,00124 + 0,00891) \\ &= 1,568 \text{ kg}\end{aligned}$$

a. Pasir yang dibutuhkan untuk benda uji

$$\begin{aligned}(\text{Silinder})\text{Banyak pasir} &\times \text{Volume benda uji} \\ &= 685,39 \times 0,0053 = 3,632 \text{ kg}\end{aligned}$$

b. Batu pecah yang digunakan untuk benda uji

$$\begin{aligned}(\text{Silinder})\text{Banyak batu pecah} &\times \text{Volume benda uji} \\ &= 1231,20 \times 0,0053 = 6,525 \text{ kg}\end{aligned}$$

c. Air yang dibutuhkan untuk benda uji

$$\begin{aligned}\text{silinderBanyak air} &\times \text{Volume benda uji} \\ &= 178,04 \times 0,0053 = 943 \text{ ml}\end{aligned}$$

d. Total berat beton

$$\begin{aligned}\text{Air} &+ \text{Agregat kasar} + \text{Agregat halus} + \text{Semen} \\ &= 943 \text{ ml} + 6,525 \text{ kg} + 3,632 \text{ kg} + 1,776 \text{ kg} \\ &= 12,876 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tabel 4.17 :Jumlah Abu Ampas Tebu Pada Beton Variasi Silinder

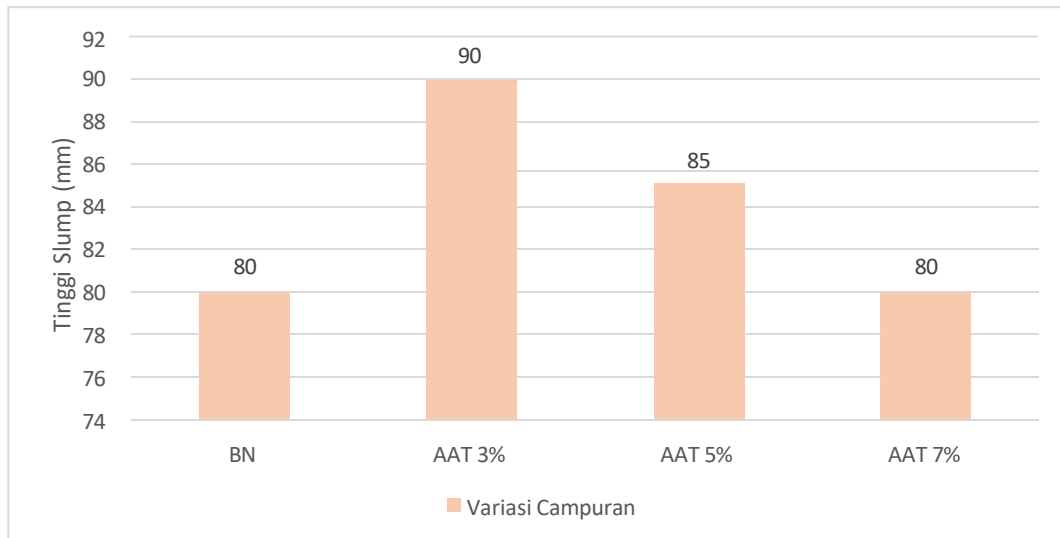
Beton Variasi	Jumlah Abu Ampas Tebu	Satuan
3%	53	gr
5%	89	gr
7%	124	gr

4.12 Hasil Pengujian Slump Test

Pengujian slump test ini dilakukan untuk mengetahui *workability* pada beton dengan yang normal ataupun beton variasi. Pengujian slump test dilakukandengan menggunakan kerucut abrams dengan mengisi beton segar sebanyak 3 lapis dimana tiap lapisan nya disi denga 1/3 dari isi kerucut kemudia di rojok dengan tongkat penusuk dengan 25 kali. Jika sudah terisi penuh maka diamkan 10 detik angkat kerucut abrams searah tegak lurus dengan adonan beton seat agar terlepas dari cetakan. Kemudian ukur elisih adonan beton dengan kerucut abrams untuk mengetahui nilai. Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan). Nilai dari pengujian slumptest tertera pada tabel 4.18.

Tabel 4.18: Nilai Uji *Slump Test* Beton Normal dengan Beton Variasi

No	Variasi	Nilai <i>Slump Test</i> (mm)
1	BN	80
2	3% AAT	90
3	5% AAT	85
4	7% AAT	80



Gambar 4. 6 Grafik Nilai *Slump Test* Beton

Dapat dilihat dari grafik diatas makin bertambah Abu Ampas Tebu maka nilai *Slump test* makin menurun diakibatkan banyaknya jumlah Ampas tebu yang mengakibatkan *workability* pada beton berkurang.

4.13 Hasil dan Analisa Pengujian Beton

4.13.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan pada saat beton umur 7 hari ,14 hari, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan pada beton menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2000 KN, dengan ukuran benda uji yang akan di test berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berikut hasil pengujian kuat tekan beton.

1. Beton Normal (1)

Hasil dari pengujian kuat tekan pada beton normal sebagai berikut:

Benda uji (7 Hari)

- Beban (P) = 85,00 kN
= 85,00 x 101,097
= 8593,25 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan Beton = $\frac{P}{A}$
= 48,652 kg/cm²
= **4,77 Mpa**

Beton Normal (2)

- Beban (P) = 100,00 kN
= 100,00 x 101,097
= 10109,7 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 57,238
= **5,61 Mpa**

Benda uji (14 Hari)

Beton Normal (1)

- Beban (P) = 140,00 kN
= 140,00 x 101,097
= 141153,58 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan Beton = $\frac{P}{A}$
= 80,133 kg/cm²
= **7,85 Mpa**

Beton Normal (2)

- Beban (P) = 170,00 kN
= 170,00 x 101,097
= 17186,49 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 97,305 kg/cm²
= **9,52 Mpa**

Benda uji (28 Hari)

Beton Normal (1)

- Beban (P) = 160,00 kN
= 160,00 x 101,097

$$\begin{aligned}
 &= 16175,52 \text{ kg} \\
 \bullet \text{ Luas silinder (A)} &= 176,625 \text{ cm}^2 \\
 \bullet \text{ Kuat tekan Beton} &= \frac{P}{A} \\
 &= 91,581 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= \mathbf{8,98 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

Beton Normal (2)

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Beban (P)} &= 170,00 \text{ kN} \\
 &= 170,00 \times 101,097 \\
 &= 6786,49 \text{ kg} \\
 \bullet \text{ Luas silinder (A)} &= 176,625 \text{ cm}^2 \\
 \bullet \text{ Kuat tekan beton} &= \frac{P}{A} \\
 &= 97,304 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= \mathbf{9,51 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

2. Beton Variasi 3% AAT + 5% Kapur (7 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut:

Beton (1) 3% AAT + 5% Kapur

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Beban (P)} &= 100,00 \text{ kN} \\
 &= 100,00 \times 101,097 \\
 &= 10109,70 \text{ kg} \\
 \bullet \text{ Luas silinder (A)} &= 176,625 \text{ cm}^2 \\
 \bullet \text{ Kuat tekan Beton} &= \frac{P}{A} \\
 &= 57,283 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= \mathbf{5,61 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

Beton (2) 3% AAT + 5% Kapur

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Beban (P)} &= 120,00 \text{ kN} \\
 &= 120,00 \times 101,097 \\
 &= 12131,64 \text{ kg} \\
 \bullet \text{ Luas silinder (A)} &= 176,625 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan beton $= \frac{P}{A}$
 $= 68,686 \text{ kg/cm}^2$
 $= \mathbf{6,73 \text{ Mpa}}$

Beton Variasi 5% AAT + 5% Kapur (7 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut:

- Beban (P) $= 170,00 \text{ kN}$
 $= 170,00 \times 101,097$
 $= 17186,49 \text{ kg}$
- Luas silinder (A) $= 176,625 \text{ cm}^2$
- Kuat tekan Beton $= \frac{P}{A}$
 $= 97,305 \text{ kg/cm}^2$
 $= \mathbf{9,54 \text{ Mpa}}$

Beton 5% AAT + 5% Kapur (2)

- Beban (P) $= 180,00 \text{ kN}$
 $= 180,00 \times 101,097$
 $= 18197,46 \text{ kg}$
- Luas silinder (A) $= 176,625 \text{ cm}^2$
- Kuat tekan beton $= \frac{P}{A}$
 $= 103,028 \text{ kg/cm}^2$
 $= \mathbf{10,10 \text{ Mpa}}$

Beton Variasi 7% AAT + 5% Kapur (7 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 7% AAT + 5% Kapur

- Beban (P) $= 140,00 \text{ kN}$
 $= 140,00 \times 101,097$
 $= 14153,58 \text{ kg}$
- Luas silinder (A) $= 176,625 \text{ cm}^2$

- $$\begin{aligned}\text{Kuat tekan Beton} &= \frac{P}{A} \\ &= 80,134 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \mathbf{7,85 \text{ Mpa}}\end{aligned}$$

Beton (2) 7% AAT + 5% Kapur

- $$\begin{aligned}\text{Beban (P)} &= 145,00 \text{ kN} \\ &= 145,00 \times 101,097 \\ &= 14659,07 \text{ kg}\end{aligned}$$
- $$\text{Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$
- $$\begin{aligned}\text{Kuat tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= 82,995 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \mathbf{8,13 \text{ Mpa}}\end{aligned}$$

3. Beton Variasi 3% AAT + 5% Kapur (14 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 3% AAT + 5% Kapur

- $$\begin{aligned}\text{Beban (P)} &= 170,00 \text{ kN} \\ &= 170,00 \times 101,097 \\ &= 17186,49 \text{ kg}\end{aligned}$$
- $$\text{Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$
- $$\begin{aligned}\text{Kuat tekan Beton} &= \frac{P}{A} \\ &= 97,305 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \mathbf{9,51 \text{ Mpa}}\end{aligned}$$

Beton (2) 3% AAT + 5% Kapur

- $$\begin{aligned}\text{Beban (P)} &= 150,00 \text{ kN} \\ &= 150,00 \times 101,097 \\ &= 15164,55 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 85,857 kg/cm²
= 8,42 Mpa

Beton Variasi 5% AAT + 5% Kapur (14 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 5% AAT + 5% Kapur

- Beban (P) = 200,00 kN
= 200,00 x 101,097
= 20219,40 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan Beton = $\frac{P}{A}$
= 114,476 kg/cm²
= 11,22 Mpa

Beton (2) 5% AAT + 5% Kapur

- Beban (P) = 215,00 kN
= 215,00 x 101,097
= 21735,85 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 123,062 kg/cm²
= 12,06 Mpa

Beton Variasi 7% AAT + 5% Kapur (14 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 7% AAT + 5% Kapur

- Beban (P) = 180,00 kN
= 180,00 x 101,097

- $$= 18197,46 \text{ kg}$$
 - $$\bullet \text{ Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$
- $$\bullet \text{ Kuat tekan Beton} = \frac{P}{A}$$

$$= 103,029 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \mathbf{10,10 \text{ Mpa}}$$

Beton (2) 7% AAT + 5% Kapur

- $$\bullet \text{ Beban (P)} = 205,00 \text{ kN}$$

$$= 205,00 \times 101,097$$

$$= 10714,89 \text{ kg}$$
- $$\bullet \text{ Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$
- $$\bullet \text{ Kuat tekan beton} = \frac{P}{A}$$

$$= 117,3380 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \mathbf{11,50 \text{ Mpa}}$$

4. Beton Variasi 3% AAT + 5% Kapur (28 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 3% AAT + 5% Kapur

- $$\bullet \text{ Beban (P)} = 180,00 \text{ kN}$$

$$= 180,00 \times 101,097$$

$$= 18197,46 \text{ kg}$$
- $$\bullet \text{ Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$
- $$\bullet \text{ Kuat tekan Beton} = \frac{P}{A}$$

$$= 103,029 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \mathbf{10,10 \text{ Mpa}}$$

Beton (2) 3% AAT + 5% Kapur

- $$\bullet \text{ Beban (P)} = 170,00 \text{ kN}$$

$$= 170,00 \times 101,097$$

$$= 17186,49 \text{ kg}$$
- $$\bullet \text{ Luas silinder (A)} = 176,625 \text{ cm}^2$$

- Kuat tekan beton $= \frac{P}{A}$
 $= 97,304 \text{ kg/cm}^2$
 $= 9,51 \text{ Mpa}$

Beton Variasi 5 % AAT + 5% Kapur (28 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut:

Beton (1) 5 % AAT + 5% Kapur

- Beban (P) $= 215,00 \text{ kN}$
 $= 215,00 \times 101,097$
 $= 221735,86 \text{ kg}$
- Luas silinder (A) $= 176,625 \text{ cm}^2$
- Kuat tekan Beton $= \frac{P}{A}$
 $= 123,062 \text{ kg/cm}^2$
 $= 11,50 \text{ Mpa}$

Beton (2) 5 % AAT + 5% Kapur

- Beban (P) $= 205,00 \text{ kN}$
 $= 205,00 \times 101,097$
 $= 20724,89 \text{ kg}$
- Luas silinder (A) $= 176,625 \text{ cm}^2$
- Kuat tekan beton $= \frac{P}{A}$
 $= 117,338 \text{ kg/cm}^2$
 $= 11,50 \text{ Mpa}$

Beton Variasi 7 % AAT + 5% Kapur (28 hari)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi AAT dan Kapur sebagai berikut

Beton (1) 7 % AAT + 5% Kapur

- Beban (P) $= 210,00 \text{ kN}$
 $= 210,00 \times 101,097$

- Luas silinder (A) = 21230,37 kg
= 176,625 cm²
- Kuat tekan Beton = $\frac{P}{A}$
= 120,200 kg/cm²
= 11,78 Mpa

Beton (2) 7 % AAT + 5% Kapur

- Beban (P) = 195,00 kN
= 195,00 x 101,097
= 19713,92 kg
- Luas silinder (A) = 176,625 cm²
- Kuat tekan beton = $\frac{P}{A}$
= 111,614 kg/cm²
= 10,94 Mpa

Tabel 4.19: Hasil Pengujian Kuat Tekan 7 Hari

No	Benda Uji	Luas Permukaan	Beban		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(mm ²)	(kN)	(kg)	(Mpa)	(Mpa)
1	Beton normal	176,625	85,00	8593,25	4,77	5,19
2	Beton normal	176,625	100,00	10109,70	5,61	
3	AAT 3% + 5% kapur	176,625	100,00	10109,70	5,61	5,99
4	AAT 3% + 5% kapur	176,625	120,00	12131,64	6,73	
5	AAT 5% + 5% kapur	176,625	180,00	18197,46	10,10	9,82
6	AAT 5% + 5% kapur	176,625	170,00	17186,48	9,54	
7	AAT 7% + 5% kapur	176,625	140,00	14153,58	7,85	7,99
8	AAT 7% + 5% kapur	176,625	145,00	14659,07	8,13	

Tabel 4.20: Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari

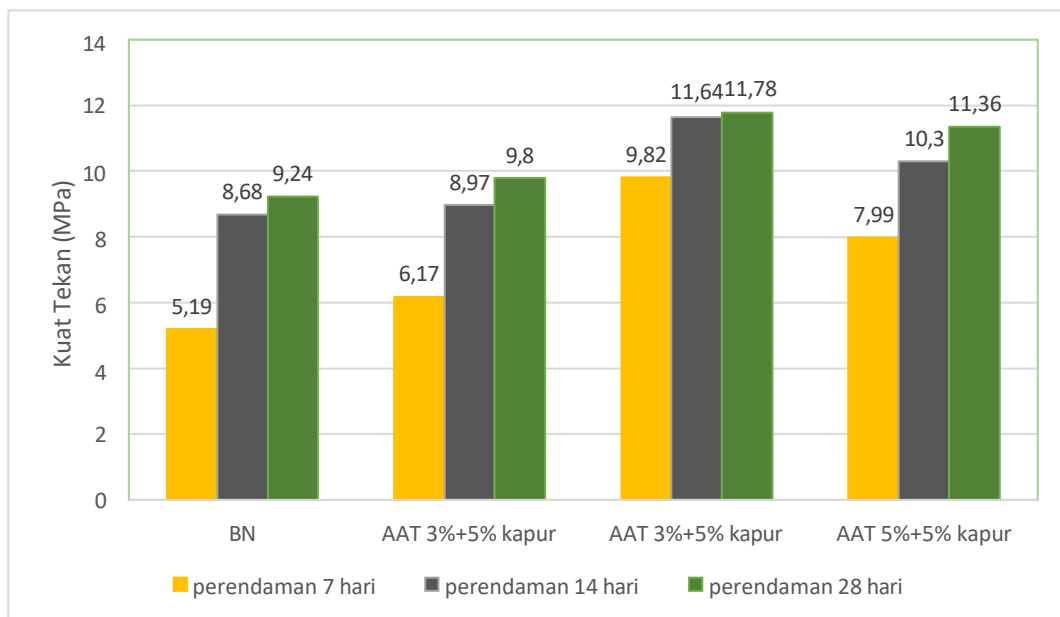
No	Benda Uji	Luas Permukaan	Beban		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(mm ²)	(kN)	(kg)	(Mpa)	(Mpa)
1	Beton normal	176,625	140,00	14153,58	7,85	8,68
2	Beton normal	176,625	170,00	17186,49	9,52	
3	AAT 3% + 5% kapur	176,625	170,00	17186,49	9,52	8,97
4	AAT 3% + 5% kapur	176,625	150,00	15164,55	8,42	
5	AAT 5% + 5% kapur	176,625	200,00	20219,40	11,22	11,64
6	AAT 5% + 5% kapur	176,625	215,00	21735,85	12,06	
7	AAT 7% + 5% kapur	176,625	180,00	18197,46	10,10	10,80
8	AAT 7% + 5% kapur	176,625	205,00	20724,89	11,50	

Tabel 4. 21: Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari

No	Benda Uji	Luas Permukaan	Beban		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
		(mm ²)	(kN)	(kg)	(Mpa)	(Mpa)
1	Beton normal	176,625	160,00	16175,52	8,98	9,24
2	Beton normal	176,625	170,00	17186,49	9,51	
3	AAT 3% + 5% kapur	176,625	180,00	18197,46	10,10	9,80
4	AAT 3% + 5% kapur	176,625	170,00	17186,49	9,51	
5	AAT 5% + 5% kapur	176,625	215,00	21735,86	12,06	11,78
6	AAT 5% + 5% kapur	176,625	205,00	20724,89	11,50	
7	AAT 7% + 5% kapur	176,625	210,00	21230,37	11,78	11,36
8	AAT 7% + 5% kapur	176,625	195,00	19713,92	10,94	

Berdasarkan dari uji kuat tekan yang dilakukan pada 2 sampel, maka di

dapat bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton normal di dapat 5,19 MPa, 6,17 MPa pada variasi 3%+ 5% kapur , beton variasi 5% AAT + 5% Kapur dengan nilai sebesar 9,82 MPa, dan pada beton AAT 7% + 5% kapur kuat tekan beton dengan nilai 7,99 MPa. Maka nilai kuat tekan beton yang paling besar terjadi pada beton 5% AAT + 5% dengan nilai 9,82 MPa. Selain itu uji kuat tekan yang dilakukan pada 2 sampel beton normal pada umur 14 hari, maka di dapat nilai kuat tekan rata- rata beton normal di dapat 8,68 MPa, 8,97 MPa pada variasi 3%+ 5% kapur , beton variasi 5% AAT + 5% Kapur dengan nilai sebesar 11,64 MPa, dan pada beton AAT 7% + 5% kapur kuat tekan beton dengan nilai 10,3 MPa. Maka nilai kuat tekan beton yang paling besar terjadi pada beton 5% AAT + 5% dengan nilai 11,64MPa. Dan uji kuat tekan yang dilakukan pada 2 sampel umur 28 hari, maka di dapat nilai kuat tekan rata-rata beton normal di dapat 9,24 MPa, 9,80 MPa pada variasi 3%+ 5% kapur , beton variasi 5% AAT + 5% Kapur dengan nilai sebesar 11,78 MPa, dan pada beton AAT 7% + 5% kapur kuat tekan beton dengan nilai 11,35MPa. Maka nilai kuat tekan beton yang paling besar terjadi pada beton 5% AAT + 5% dengan nilai 11,78 MPa.



Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Kuat Tekan Keseluruhan

4.13.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan di dapat hasil pengujian beton normal denan nilai 5,19 MPa untuk umur 7 hari, 8,68 MPa untuk umur 14 hari, dan 9,24 untuk umur 28 hari. Pada variasi 3% penambahan abu ampas tebu diperoleh nilai kuat tekan pada umur 7 hari 6,17 MPa, 8,97 MPa pada umur 14 hari, 9,80 MPa pada umur 28 hari. Untuk variasi 5% abu ampas tebu + 5% kapur pada umur 7 hari dengan nilai kuat tekan 9,82 MPa, 11,64 MPa umur 14 hari, 11,78 MPa umur 28 hari. Sedangkan AAT 7% + 5% umur 7 hari dengan nilai kuat tekan 7,99 MPa, 10,30 MPa pada umur 14 hari, 11,36 MPa pada umur 28 hari. Dengan demikian hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh bahwa beton dengan campuran abu ampas tebu dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kenaikan yang paling tinggi terjadi pada beton campuran abu ampas tebu 5% + 5% kapur pada tiap-tiap umur perendaman beton. Namun kuat tekan beton menurun pada variasi abu ampas tebu 7%+5% kapur. Hal ini dikarenakan semakin banyak abu ampas tebu dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton dan reaksi pozzolan dengan Ca(OH)_2 , serta proses hidrasi semen belum bereaksi sempurna, sehingga kontribusi terhadap kuat tekan beton membutuhkan waktu yang lebih Panjang. Selain itu penurunan dapat terjadi karena suhu pembakaran AAT yang kurang stabil sehingga reaksi silika yang diperoleh kurang stabil dan kurang reaktif dan tidak bereaksi optimal dengan kapur yang dibebaskan saat reaksi hidrasi terjadi. Jumlah air yang digunakan dalam mix design beton dibuat sama untuk setiap persentase AAT, sehingga dengan adanya subsitusi semen dengan AAT menyebabkan campuran beton semakin tidak plastis dan air yang berproses pada hidrasi semakin berkurang yang menyebabkan reaksi hidrasi tidak berlangsung secara sempurna sehingga terjadi reaksi antara silikat dan kalsium hidroksida dan daya rekat yang direncanakan tidak sesuai. Pada penelitian (Saputra et al., 2019), bahwa kuat tekan beton dengan Abu ampas tebu yang ditambahkan dari berat semen menurun dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Hal tersebut dikarenakan beton yang ditambahkan Abu ampas tebu mengalami Penurunan kuat tekan disebabkan reaksi pozzolan dengan Ca(OH)_2 belum terjadi secara sempurna pada umur 28 hari, sehingga kontribusinya terhadap kekuatan beton membutuhkan waktu yang lebih panjang.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh Kesimpulan yaitu beton dengan filler abu ampas tebu ditambah 5% kapur untuk variasi 3% umur 7 hari didapat nilai kuat tekan 6,17 MPa, 14 hari sebesar 8,97 MPa, 28 hari dengan nilai 9,80 MPa pada umur 28 hari. Pada persentase variasi 5% diperoleh hasil kuat tekan 7 hari sebesar 9,82 MPa, 11,64 MPa untuk umur 14 hari, dan 11,78 MPa pada umur 28 hari. Sedangkan pada beton variasi 7% diperoleh hasil kuat tekan 7,99 MPa pada umur 7 hari, 10,30 MPa pada umur 14 hari, dan pada umur 28 hari diperoleh 11,36 MPa. Kenaikan yang paling tinggi terjadi pada beton campuran abu ampas tebu 5% + 5% kapur pada tiap-tiap umur perendaman beton. Namun kuat tekan beton menurun pada variasi abu ampas tebu 7%+5% kapur. Hal ini dikarenakan semakin banyak abu ampas tebu dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton dan reaksi pozzolan dengan ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), serta proses hidrasi semen belum bereaksi sempurna, sehingga kontribusi terhadap kuat tekan beton membutuhkan waktu yang lebih Panjang. Selain itu penurunan dapat terjadi karena suhu pembakaran AAT yang kurang stabil sehingga reaksi silika yang diperoleh kurang stabil dan kurang reaktif dan tidak bereaksi optimal dengan kapur yang dibebaskan saat reaksi hidrasi terjadi.

5.2 Saran

1. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih teliti dalam pengerjaan pembuatan beton.
2. Dalam proses pembuatan campuran perlu dipahami tentang perencanaan campuran dan mix design sebelum melaksanakan penelitian agar dapat dilaksanakan dengan maksimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian bahan tambah abu ampas tebu sebagai pengganti semen, agar dapat mengetahui sampai batas persentase dimana yang membuat kuat tekan meningkat dan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- 2017 Fauziah Nur, "REKATS" Tek. Sipil Vol. 01. (2017). Ketua Penyunting : Penyunting : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya Email : REKATS. *Rekayasa Teknik Sipil Vol.*, 1(1), 144–155.
- A, A., Nugroho, F., Mulyati, M., & Fadhil Azman, H. (2023). Pengaruh Penambahan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.1.2>
- Adiguna, A., & Wahyudi, A. (2020). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula Cinta Manis Kabupaten Ogan Ilir Sebagai Additive Beton. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(1), 46. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i1.3383>
- Aditya Pratama, E. C. (2023). Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Es Krim. *Library.Usd.Ac.Id*, 2(1). [http://www.library.usd.ac.id/Data_PDF/F.Keguruan dan Ilmu Pendidikan/Pendidikan Biologi/141434015_full.pdf](http://www.library.usd.ac.id/Data_PDF/F.Keguruan%20dan%20Ilmu%20Pendidikan/Pendidikan%20Biologi/141434015_full.pdf)
- Amiwarti, A., Kurniawan, R., & Muda, T. (2023). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton K-250. *Juteks : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.32511/juteks.v8i1.964>
- Ardiansyah, M., Meilawaty, O., Tekan, K., Gambut, A., & Tohor, K. (2023). *Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Sebagai Pencampur Air Gambut Terhadap*. 7(2), 122–128.
- Dwi Krisna, A., Winarto, S., & Ridwan, A. (2019). Penelitian Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Dan Zat Additif Sikacim Bonding Adhesive. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i1.385>
- Fajrin, J., Pathurahman, P., & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi Metode Analysis of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 12(1), 11. <https://doi.org/10.25077/jrs.12.1.11-24.2016>
- Fuad, I. S. (2021). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Dan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Mortar Dengan Fas 0,3. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 9(2). <https://doi.org/10.52333/destek.v9i2.785>
- Fuad, I. S., Asmawi, B., & Hermawan. (2015). *Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Pada Mutu Beton K-225 Pendahuluan Latar Belakang Indonesia sebagai negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80 . 000 km atau dua kali keliling bumi m.* 3(1), 31–39.

- Ghafur, A. (2009). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton*. X(X), 1–8.
- Ginting, J. S., & Tarigan, J. (2019). Eksperimen Pembuatan Beton Ringan Dengan Penambahan Abu Sinabung Dan Silica Fume Pada Beton Foam Untuk Keperluan Struktural. *Universitas Sumatera Utara*.
- Hendarto, M. F. M., Nurchasanah, Y., Solikin, M., & Trinugroho, S. (2023). Pengaruh Substitusi Limbah Pecahan Keramik dan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Pada Beton dan Mortar. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 146–150.
- Koidah, N., & Setiawan, A. (2022). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Paciran Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Dearsip : Journal of Architecture and Civil*, 2(1), 8–17. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i1.3352>
- Kristiawan, A., & Suwandi, P. anggi P. (2015). Pengaruh penambahan kapur dan sabut kelapa terhadap bobot dan daya serap air batako. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 1(1), 29–35. <https://upgris.ac.id/>
- Lia Wahyuni, N., Rasidi, N., Manajemen Rekayasa Konstruksi, M., Teknik Sipil, J., Negeri Malang, P., & Jurusan Teknik Sipil, D. (2022). *Analisis Pengaruh Penambahan Sikacim Concrete Additive Dan Kapur Pada Beton Normal*. 3(2), 125–130. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Mahmud, K., Bakarbesy, D., & Atiya, A. F. (2023). Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton. *Jurnal Portal Sipil*, 11(2), 52–61. <https://doi.org/10.58839/portal.v11i2.1165>
- Moch. Ilham Akbar, & Arie Wardhono. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1, 7–15.
- Nursani, M., Karo Karo, P., & Yulianti, Y. (2020). Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu dan Serat Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Mortar. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(3), 118. <https://doi.org/10.22146/jfi.v24i3.55989>
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & R.S. Windah. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Panjaitan, N., & Harahap, M. B. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Dan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Einstein E-Journal*, 7(1), 10–12. <https://doi.org/10.24114/einstein.v7i1.12491>
- Penambahan, P., Padi, A. S., Abu, D., Sebagai, A., Semen, S., Karakteristik, T., Mututinggi, B., Mahyar, H., Syahyadi, R., & Miswar, K. (2018). a-212. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 2598–3954.

- Pranowo, D. D., Suryani, E., & Rahmadhani, C. P. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti Sebagian Semen Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 477–484. <https://doi.org/10.54082/jupin.106>
- Putra, T., Manalip, H., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2020). Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Porous. *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), 665–670.
- Ridho, M. A. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Beton. *Tekno*, 16(100), 93–105.
- Rivai, M. A., Bahri, Z., & Yudhatama, A. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Dan Abu Cangkang Sawit Dengan Benda Uji Silinder Terhadap Kuat Tekan Beton F'C 24,9 Mpa". *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 6(4), 245–249. <https://doi.org/10.32502/jbearing.3219202064>
- Sani, I. I. (2021). Perbandingan Pemakaian Air Kapur Serta Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Ketahanan Beton Mutu Tinggi (Studi Penelitian). *Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 1(2), 23–33.
- Saputra, E. B., Gunawan, L. I., & Safarizki, H. A. (2019). Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(2), 67. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i2.589>
- Sati, R. A., Supriani, F., & Afrizal, Y. (2019). Pengaruh Variasi Penggunaan Abu Ampas Tebu (Aat) Dan Abu Batu (Ab) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 13–18. <https://doi.org/10.33369/ijts.11.1.13-18>
- Styaningsih, I., Sulistyorini, D., Yasin, I., & Sutarto, A. (2022). Pengaruh Campuran Abu Ampas Tebu Dan Flyash Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Surya Beton*, 6(2), 7–14. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton>
- Sujatmiko, B., & Nizarsyah, D. F. (2016). Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Dengan Substitusi Semen Sebagai Bahan Mortar Dan Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 1(Desember), 11–14. http://ejournal.unira.ac.id/index.php/jurnal_rekayasa_teknik_sipil/article/view/183
- Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Tisnawati, D., & Dwi Kumalasari, dan. (2019). *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu*. 33(1), 1–8.
- Wiyono, A., Karjanto, A., & ... (2017). Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan

Dan Penyerapan Air. *Eureka : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(1), 1–8. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/619>

Zulkarnain, F., & Kamil, B. (2021). *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut*. 1–10.

LAMPIRAN



Lampiran 1: Proses Pembesihan Agregat



Lampiran 2: Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus



Lampiran 3: Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar



Lampiran 4: Abu Ampas Tebu



Lampiran 5: Pembuatan Mix Design



Lampiran 6: Pengujian Slump



Lampiran 7: sampel yang telah di caping



Lampiran 8: pengujian kuat tekan



LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Laman : <https://umaiso17025.uma.ac.id> Email : umaiso17025@uma.ac.id
Jalan Kolam No. 1 Medan Estate Medan 20371



Laboratorium Pengujian
LP-1728-IDN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974:2011

Nomor Laporan : 87 / LP / 0.3 / VI / 2024
Pemohon Pengujian : Muhammad Kahfi
Proyek : Penelitian
Lokasi : UMSU
Jenis Benda Uji : Silinder ($d=15; t=30$)
Mutu Benda Uji : K.250
Jumlah Benda Uji : 3

FPP/1-1/Rev.2

Lembar : 1 Dari 1
Diuji Oleh : Bahrian S Polan, ST
Alat yang Dipakai : Machine Compression
Kap. 2000 KN

No	Identitas Benda Uji	I (cm)	D (cm)	T/D	Luasan (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (Saat Pengujian)		Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							Cetak	Uji		(kN)	(kg)		
1	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176.625	12.304	10-06-2024	27-06-2024	7	100.00	10109.70	57.238	1
2	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176.625	12.215	10-06-2024	27-06-2024	7	120.00	12131.64	68.686	1
3	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176.625	12.289	10-06-2024	27-06-2024	7	170.00	17186.48	97.305	2
4	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176.625	11.748	10-06-2024	27-06-2024	7	180.00	18197.46	103.028	1
5	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176.625	12.008	10-06-2024	27-06-2024	7	140.00	14153.58	80.133	1
6	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176.625	12.413	10-06-2024	27-06-2024	7	145.00	14659.07	82.995	1
7	BN	30	15	2	176.625	12.098	10-06-2024	27-06-2024	7	85.00	8593.25	48.652	1
8	BN	30	15	2	176.625	12.367	10-06-2024	27-06-2024	7	100.00	10109.70	57.238	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantar satu)



NB : - Kesiapan sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium
- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji
- Laboratorium tidak memberikan pernyataan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji

Manajer Teknis

(Samsul A Sidik Hasbiwan, ST, MT)

Madan, 28 Juni 2024

Manajer Puncak

(Susilawati, M.Kom)

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
Diwajibkan mengutip/mempertanyakan sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Teknik Sipil UMA



LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA

Laman : <https://umaisol7025.uma.ac.id> Email : umaisol7025@uma.ac.id
Jalan Kolam No. 1 Medan Estate Medan 20371



LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

Nomor Laporan : 87 / LP / 0.3 / VI / 2024
Pemohon Pengujian : Muhammad Kahfi
Proyek : Penelitian
Lokasi : UMSU
Jenis Benda Uji : Silinder ($d=15; t=30$)
Mutu Benda Uji : K.250
Jumlah Benda Uji : 3

Lembar : 1 Dari 1
Diuji Oleh : Bahrian S Pohan, ST
Alat yang Dipakai : Machine Compression
Kap. 2000 KN

F 99/1-1/Rev.2

No	Identitas Benda Uji	T (cm)	D (cm)	T/D	Luasan (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (Saat Pengujian)		Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							Cetak	Uji		(kN)	(Kg)		
1	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176,625	12,040	10-06-2024	27-06-2024	14	170,00	17186,49	97,305	1
2	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176,625	12,502	10-06-2024	27-06-2024	14	150,00	15164,55	85,857	1
3	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176,625	12,137	10-06-2024	27-06-2024	14	200,00	20219,40	114,476	1
4	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176,625	12,413	10-06-2024	27-06-2024	14	215,00	21735,55	123,062	1
5	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176,625	12,581	10-06-2024	27-06-2024	14	180,00	18197,46	103,029	1
6	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176,625	12,137	10-06-2024	27-06-2024	14	205,00	20724,89	117,338	1
7	BN	30	15	2	176,625	12,310	10-06-2024	27-06-2024	14	140,00	14153,58	80,134	1
8	BN	30	15	2	176,625	11,980	10-06-2024	27-06-2024	14	170,00	17186,49	97,305	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



NB : - Kesiapan sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium
- pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji
- Laboratorium tidak memberikan perayataan penjelasan spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji

Manajer Teknis

(Samsul A. Sidik Hasibuan, ST, MT)

Medan, 28 Juni 2024
Manajer Puncak

(Susilawati, M.Kom)

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
Dilarang mengutip/mempertanyakan sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Teknik Sipil UMA



LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Laman : <https://umaisol17025.uma.ac.id> Email : umaisol17025@uma.ac.id

Jalan Kolam No. 1 Medan Estate Medan 20371



LP-1728-IDN

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

Nomor Laporan : 87 / LP / 0.3 / VI / 2024
Pemohon Pengujian : Muhammad Kahfi
Proyek : Penelitian
Lokasi : UMSU
Jenis Benda Uji : Silinder ($d=15; t=30$)
Mutu Benda Uji : K.250
Jumlah Benda Uji : 3

Lembar : 1 Dari 1
Diuji Oleh : Bahrian S Pohan, ST
Alat yang Dipakai : Machine Compression
Kap. 2000 KN

FPP/1-1/Rev.2

No	Identitas Benda Uji	T (cm)	D (cm)	T/D	Luasan (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Tanggal		Umur Beton (hari)	Beban Tekan (Saat Pengujian)		Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)	Bentuk Kehancuran / Keterangan
							Cetak	Uji		(kN)	(Kg)		
1	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176.625	12.310	10-06-2024	27-06-2024	28	180.00	18197.46	103.028	1
2	AAT 3% + K 5%	30	15	2	176.625	12.536	10-06-2024	27-06-2024	28	170.00	17186.49	97.304	1
3	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176.625	11.980	10-06-2024	27-06-2024	28	215.00	21735.86	123.062	1
4	AAT 5% + K 5%	30	15	2	176.625	11.936	10-06-2024	27-06-2024	28	205.00	20724.89	117.338	1
5	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176.625	12.089	10-06-2024	27-06-2024	28	210.00	21230.37	120.200	1
6	AAT 7% + K 5%	30	15	2	176.625	12.413	10-06-2024	27-06-2024	28	195.00	19713.92	111.614	1
7	BN	30	15	2	176.625	11.965	10-06-2024	27-06-2024	28	160.00	16175.52	91.581	1
8	BN	30	15	2	176.625	12.378	10-06-2024	27-06-2024	28	170.00	17186.49	97.304	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



NB : - Keesan sampel yang telah diuji bukan merupakan tanggung jawab pihak laboratorium
- Pihak laboratorium tidak bertanggung jawab untuk menyimpan sampel yang telah diuji
- Laboratorium tidak memberikan pernyataan penyelesaian spesifikasi (decision rule) terhadap hasil uji

Manajer Teknis

(Samsul A Sidik Hasibuan, ST, MT)

Medan, 28 Juni 2024

Manajer Puncak

(Susilawati, M.Kom)

Laporan ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji. Tidak untuk diumumkan atau dipublikasikan.
Dilarang mengutip/mempertanyakan sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin Laboratorium Teknik Sipil UMA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad kahfi
Panggilan : Kahfi
Tempat, Tanggal Lahir : Rantau Prapat, 23-April 2001
Jenis Kelamin : Laki – laki
Alamat : Jl. Pasar 7 Makmur, Medan Tembung, Kota Medan,
Sumatera Utara
Agama : Islam

Nama Orang Tua
Ayah : jundi Afandi
Ibu : rasmi Simatupang
No. HP : 083151220605
E-mail : kahfim851@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210080
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SDN115532	2013
2	SMP	SMPN 2 RANTAU UTARA	2016
3	SMA	SMAN 1 RANTAU UTARA	2019
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020 sampai selesai.		

