

TUGAS AKHIR

**EFEK PERENDAMAN AIR KAPUR PADA BETON YANG
MENGANDUNG ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN SEMEN
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh :

ANGGA ISWANDY DALIMUNTHE

2007210118



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Angga Iswandy Dalimunthe

Npm : 2007210118

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Efek Perendaman Air Kapur Terhadap Beton Yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Pengganti Sebagian Semen

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 : Angga Iswandy Dalimunthe

Npm : 2007210118

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Efek Perendaman Air Kapur Terhadap Beton Yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Pengganti Sebagian Semen

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, 13 September 2024

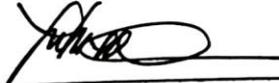
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembimbing I



Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



Sri Prafanti, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Angga Iswandy Dalimunthe
Tempat, Tanggal Lahir : Kotanopan, 17 Oktober 2002
Npm : 2007210118
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Efek Perendaman Air Kapur Terhadap Beton Yang Menggunakan Abu Ampas Tebu Sebagai Pengganti Sebagian Semen.”

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 keserjanaan 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, 13 September 2024

yang menyatakan,



Angga Iswandy Dalimunthe

ABSTRAK

EFEK PERENDAMAN AIR KAPUR PADA BETON YANG MENGANDUNG ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN (Studi Penelitian)

Angga Iswandy Dalimunthe

2007210118

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

Akhir – akhir ini banyak dikembangkan bahan tambah penyusun beton, salah satu diantaranya yaitu abu ampas tebu. Namun penggunaannya sebagai bahan substitusi semen. Abu ampas tebu mengandung pozzolan berupa silika (SiO_2). Bersifat pozzolan berarti abu tersebut dapat bereaksi dengan kapur (CaO) pada suhu kamar dengan media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Jika pozzolan ditambahkan ke dalam semen, maka akan bereaksi dengan kalsium hidroksida yang akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H). Reaksi pozzolan dengan kalsium hidroksida mempunyai beberapa keuntungan terhadap lingkungan yang agresif. Pada kondisi lingkungan yang normal abu ampas tebu juga dapat meningkatkan kuat tekan beton, dalam substitusi Sebagian semen dikarenakan memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi. Dalam hal tersebut muncul permasalahan yaitu Apakah penambahan abu ampas tebu pada persentase 0%, 3%, 5%, dan 7% dalam campuran beton dengan perendaman air kapur dapat meningkatkan kuat tekan beton. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu dengan perendaman air kapur pada persentase 0%, 3%, 5%, dan 7% dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Metode pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, berdasarkan SNI-03-2834-2000. Berdasarkan hasil pengujian dihasilkan nilai kuat tekan beton AAT, pada variasi 3% sebesar 11,780 MPa pada umur beton 7 hari, 12,341 MPa pada umur beton 14 hari dan 15,426 Mpa pada umur 28 hari. Pada variasi 5% sebesar 11,499 Mpa pada umur beton 7 hari, 12,072 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,584 Mpa pada umur 28 hari. Dan pada variasi 7% sebesar 10,938 MPa pada umur beton 7 hari, 12,060 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,304 Mpa pada umur 28 hari.

Kata Kunci: Beton, Abu Ampas Tebu, Semen, Kuat Tekan, Perendaman Air Kapur

ABSTRACT

EFFECTS OF SOAKING LIME ON CONCRETE CONTAINING CANE WASTE ASH AS A PARTICULAR REPLACEMENT OF CEMENT (Research Studies)

Angga Iswandy Dalimunthe

2007210118

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

Recently, many additional materials have been developed to make concrete, one of which is sugarcane bagasse ash. However, it is used as a cement substitute material. Sugarcane bagasse ash contains pozzolan in the form of silica (SiO_2). Having pozzolanic properties means that the ash can react with lime (CaO) at room temperature with water to form a binding compound. If pozzolan is added to cement, it will react with calcium hydroxide to produce calcium silicate hydrate (C-S-H). The reaction of pozzolan with calcium hydroxide has several advantages in aggressive environments. Under normal environmental conditions, bagasse ash can also increase the compressive strength of concrete, in partial substitution for cement because it has a high SiO_2 content. In this case, a problem arises, namely whether the addition of bagasse ash at a percentage of 0%, 3%, 5% and 7% in the concrete mixture by immersion in lime water can increase the compressive strength of the concrete. The aim of this research is to determine the effect of bagasse ash soaked in lime water at a percentage of 0%, 3%, 5% and 7% to increase the compressive strength value of concrete. The method in this research uses experimental methods, based on SNI-03-2834-2000. Based on the test results, the compressive strength value of AAT concrete, with a 3% variation, was 11,780 MPa at 7 days concrete age, 12,341 MPa at 14 days concrete age and 15,426 MPa at 28 days age. With a 5% variation it is 11,499 Mpa at 7 days concrete age, 12,072 MPa at 14 days concrete age and 14,584 Mpa at 28 days age. And with a 7% variation it is 10,938 MPa at 7 days concrete age, 12,060 MPa at 14 days concrete age and 14,304 MPa at 28 days age.

Keywords: Concrete, Bagasse Ash, Cement, Compressive Strength, Lime Water Soaking

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiadaterkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Efek Perendaman Air Kapur yang Mengandung Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, 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.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing dan sekaligus selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 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 ketekniksipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda Awaluddin Dalimunthe dan

Ibunda Annisa yang dengan tulus memberi doa, kasih sayang, nasehat, serta dukungan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Rekan-rekan seperjuangan kelompok penelitian

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 13 September 2024

Saya yang menyatakan,



Angga Iswandy Dalimunthe

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Batasan Masalah	3
1.7. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.2. Material Penyusun Beton	5
2.2.1. Semen Portland (PC)	4
2.2.2. Agregat	5
2.2.2.1. Agregat Kasar	5
2.2.2.2. Agregat Halus	6
2.2.3. Air	6
2.2.4. Air Kapur	6
2.3. Bahan Tambah	8
2.3.1. Abu Ampas Tebu	7
2.4. Pozzolan	9
2.5. Hidrasi Semen	9

2.6. Kuat Tekan Beton	12
2.7. Penelitian Terdahulu Mengenai Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton	13
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
3.5. Alat dan Bahan	18
3.5.1. Alat	18
3.5.2. Bahan	19
3.6. Jumlah Benda Uji	19
3.7. Persiapan Penelitian	20
3.8. Pemeriksaan Agregat	21
3.8.1. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	21
3.8.2. Analisa Gradasi Agregat	21
3.8.3. Kadar Lumpur Agregat	22
3.8.4. Berat Isi Agregat	22
3.8.5. Kadar Air Agregat	23
3.9. Mix Design	23
3.10. Pembuatan Benda Uji	23
3.11. Pemeriksaan Slump Test	24
3.12. Perawatan (Curing) Pada Benda Uji	25
3.13. Pengujian Kuat Tekan	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Pengujian Bahan Agregat Kasar dan Agregat Halus pada Beton	27
4.1.1. Pemeriksaan Agregat Kasar	27
4.1.1.1. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar	27
4.1.1.2. Analisa Gradasi Agregat Kasar	28
4.1.1.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar	30
4.1.1.4. Berat Isi Agregat Kasar	30

4.1.1.5. Kadar Air Agregat Kasar	31
4.1.2. Pemeriksaan Agregat Halus	32
4.1.2.1. Analisa Gradasi Agregat Halus	32
4.1.2.2. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	34
4.1.2.3. Berat Isi Agregat Halus	35
4.1.2.4. Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.1.2.5. Kadar Air Agregat Halus	3
4.2. Perhitungan Mix Design	37
4.2.1. Perhitungan Mix Design Beton	44
4.3. Pembuatan Benda Uji	47
4.4. Pengujian Slump Beton	48
4.5. Pembuatan Larutan Perendaman Beton	49
4.6. Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton	50
4.6.1. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	50
4.6.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%	51
4.6.3. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%	53
4.6.4. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%	54
4.6.5. Hasil Kuat Tekan Semua Variasi Beton	55
4.7. Pembahasan	57
4.8. Analisa SWOT	61
4.8.1. Strengths	61
4.8.2. Weaknesses	61
4.8.3. Opportunities	61
4.8.4. Threats	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Toleransi Waktu Pengujian Kuat Tekan Beton	19
Tabel 3.1	Jumlah benda uji pembuatan beton dengan tambahan abu ampas tebu	29
Tabel 4.1	Data-data Hasil Pemeriksaan Dasar	37
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar	38
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	39
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	40
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.	41
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.	42
Tabel 4.7	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	43
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
Tabel 4.9	Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan	46
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	46
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Dengan Cara Lepas, Cara Tusuk, Dan Cara Penggoyangan	47
Tabel 4.12	Perencanaan Campuran Beton	49
Tabel 4.13	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	51
Tabel 4.14	Komposisi campuran beton	54
Tabel 4.15	Kebutuhan bahan sebagai variasi campuran	57
Tabel 4.16	Nilai slump Test Test beton campuran AAT dan beton normal	59
Tabel 4.17	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	61
Tabel 4.18	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%	62
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%	63
Tabel 4.20	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%	65
Tabel 4.21	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Semua Variasi	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	15
Gambar 3.2	Benda uji silinder	22
Gambar 3.3	setting up pengujian kuat tekan beton	24
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm	40
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada FAS 0,4	42
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	44
Gambar 4.4	Grafik Rata-rata Pengujian Slump Beton	53
Gambar 4.5	Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Normal	54
Gambar 4.6	Rasio Air Semen	55
Gambar 4.7	Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%	56
Gambar 4.8	Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%	57
Gambar 4.9	Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%	58
Gambar 4.10	Grafik Rata-rata Pengujian Kuat Tekan Beton	59
Gambar 4.11	Grafik perbandingan besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 7, 14 & 28 hari	60

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	
fc	= Kuat tekan beton	
X	= Perbandingan volume air dan semen (faktor air dan semen)	
gr	= Gram	
A,B	= Konstanta	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur khususnya di Indonesia semakin meningkat, hal demikian dikarenakan Indonesia merupakan negara yang berkembang. Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu aspek penting dan vital untuk mempercepat proses pembangunan nasional. Berbagai infrastruktur didirikan dengan menggunakan beton, dari pembangunan yang paling sederhana hingga proyek dengan teknologi yang canggih. Beton menjadi kebutuhan yang tidak terhindarkan lagi, karena beton memiliki kuat tekan yang sangat baik dan mudah untuk dibentuk. Namun ketahanan beton juga banyak dipengaruhi beberapa hal, salah satunya adalah kondisi lingkungan yang agresif.

Akhir – akhir ini banyak dikembangkan bahan tambah penyusun beton, salah satu diantaranya yaitu abu ampas tebu. Namun penggunaannya sebagai bahan substitusi semen. Abu ampas tebu mengandung *pozzolan* berupa silika (SiO_2). Bersifat *pozzolan* berarti abu tersebut dapat bereaksi dengan kapur (CaO) pada suhu kamar dengan media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Jika *pozzolan* ditambahkan ke dalam semen, maka akan bereaksi dengan kalsium hidroksida yang akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H). Reaksi *pozzolan* dengan kalsium hidroksida mempunyai beberapa keuntungan terhadap lingkungan yang agresif (Damayanti, dkk 2015). Pada kondisi lingkungan yang normal abu ampas tebu juga dapat meningkatkan kuat tekan beton, serta menghemat penggunaan bahan baku semen dalam hal ini klinker karena memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi. Namun dalam penggunaannya sebagai bahan substitusi semen memiliki batas yang sesuai SNI 15-7064-2004 yaitu 6% – 35 % dari massa semen.

Dari tinjauan tersebut akan dilakukan penelitian terhadap pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton dengan perlakuan perendaman air tawar dan air kapur. Hasil penelitian akan dijadikan sebuah dasar hipotesis mengenai pengaruh penambahan abu ampas tebu.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibahas maka timbul pertanyaan yang dijadikan rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut ini :

Apakah penambahan abu ampas tebu pada persentase 0%, 3%, 5%, dan 7% dalam campuran beton dengan perendaman air kapur dapat meningkatkan kuat tekan beton?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini permasalahan penelitian dibatasi pada:

1. Karakteristik beton yang diuji adalah kuat tekan dari hasil eksperimen.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah Abu Ampas Tebu sebagai pengganti sebagian semen dan perendaman dengan air kapur.
3. Pengaruh suhu, angin, dan kelembapan udara tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian ini.
4. Tinjauan kimia yang terkandung dalam Abu Ampas Tebu.
5. Penelitian ini memakai benda uji silinder dan diuji di Laboratorium UMSU.
6. Untuk agregat kasar dan halus diambil dari binjai.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: Untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu dengan perendaman air kapur pada persentase 0%, 3%, 5%, dan 7% dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan material konstruksi beton yang baru dan ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan bahan limbah organik seperti abu ampas tebu dan air kapur untuk meminimalisir pencemaran udara.

1.6. Batasan Masalah

Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan batasan-batasan dalam penelitian agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam, seperti yang dijelaskan dibawah ini.

1. Penelitian dilakukan pada beton dengan kuat awal ($f'c$) adalah 20 Mpa pada umur 7,14 dan 28 hari.
2. Metode perencanaan campuran adukan beton mengacu pada standar SNI-03-2834-2022.
3. Komposisi persentase penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen 0%, 3%, 5%, dan 7%.
4. Dalam penelitian ini menggunakan bahan tambahan abu ampas tebu yang diperoleh dari
5. Sampel benda uji beton dibuat dan dicetak berbentuk silinder.
6. Tidak menghitung biaya harga satuan beton.
7. Tidak meneliti kandungan pada abu ampas tebu.

1.7. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metode Penelitian

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar serta air dengan atau tanpa bahan tambah menghasilkan massa padat (SNI 03-2834, 2000).

2.2. Material Penyusun Beton

Pemilihan bahan material pembentuk beton yang memiliki kualitas baik, perhitungan proporsi adonan yang tepat, pelaksanaan penelitian dan perawatan yang baik dan bahan tambah yang tepat akan memilih kualitas beton yang didapatkan.(Rofiqi,2015).

Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susunan kasar pencampuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (durability) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran dan kondisi perawatannya. Jika diperlukan, bahan tambah (admixture) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan.(Muliadi, 2015).

2.2.1. Semen Portland (PC)

Semen Portland artinya perekat hidraulik yang dibuat menggunakan cara menghaluskan klinker yang terdiri berasal bahan primer silikat-silikat kalsium dan bahan tambahan batu gypsum dimana senyawa-senyawa tadi dapat bereaksi menggunakan air dan menghasilkan zat baru bersifat perekat pada bebatuan.

Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia, terdapat beberapa tipe semen diproduksi yaitu Ordinary Portland Cement (OPC), Portland Composite Cement (PCC), serta Portland Pozzoland Cement (PPC).

Menurut (SNI 15-7064-2004) maka definisi Semen Portland Composite

adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gyps dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast Furnace Slag), pozzolan, senyawa silicat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% – 35 % dari massa semen portland komposite.

Sifat-sifat yang dimiliki Semen PCC yaitu:

1. Mempunyai panas hidrasi rendah sampai sedang
2. Tahan terhadap serangan sulfat
3. Kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatan akhir lebih tinggi

2.2.2. Agregat

Pada suatu campuran beton normal, agregat menempati 70 hingga 75% volume beton yang mengeras. Sisanya ditempati oleh pasta semen, air yang tersisadari reaksi hidrasi serta rongga udara. Secara umum bila susunan agregat dalam campuran beton semakin padat maka beton yang dihasilkan akan makin tahan lama dan ekonomis. Oleh karena itu, agar dapat dipadatkan dengan baik, maka ukuran agregat harus dipilih sedemikian rupa sehingga memenuhi gradasi yang disarankan. Agregat sebaiknya memiliki kekuatan yang baik, awet dan tahan terhadap perubahan cuaca dan juga harus bersih dari lempung, tanah liat, lanau ataupun kotoran organik lainnya yang akan melemahkan lekatan antara pastasemen dan agregat (Setiawan, 2016).

2.2.2.1. Agregat Kasar

Agregat kasar atau biasa disebut juga kerikil ataupun batu pecah merupakan hasil desintegrasi alami dari batuan maupun batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya antara 4,75 mm – 40 mm. Ukuran diameter kerikil lebih dari 40 mm tidak baik untuk pembuatan beton (ICHWAN, 2023).

Agregat kasar memiliki syarat-syarat mutu diantaranya:

- a. Butirannya tajam, kuat dan keras.
- b. Memiliki sifat kekal, tidak pecah atau lapuk karena pengaruh cuaca.

- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur.
- d. Tidak boleh mengandung zat organik atau bahan alkali yang dapat merusakbeton.
- e. Tidak boleh mengandung garam.

2.2.2.2. Agregat Halus

Agregat halus atau biasa disebut pasir dapat diperoleh dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Butiran agregat dengan ukuran lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt* dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (Bintoro et al., 2018).

Pasir merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan penyusun beton maka dari itu memiliki syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Memiliki butiran yang tajam, kuat dan keras.
- b. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur/lapuk karena pengaruh cuaca.
- c. Memiliki ukuran diameter 0,075 – 4,75 mm.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur.

2.2.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memudahkan proses pekerjaan beton. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan dalam campuran beton. Air yang tercemar pada campuran beton akan menurunkan kualitas beton, dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan bahkan dapat merusak beton (Mulyono, 2019).

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton dan erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak maupun korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh (Budi et al., 2021).

2.2.4. Air Kapur

Air kapur dapat memengaruhi kuat tekan beton. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air kapur sebagai air campuran adukan beton

dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Dalam penelitian juga menunjukkan bahwa pada beton normal yang direndam dalam air sulfat, penggunaan air kapur dapat memengaruhi kuat tekan beton. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa air kapur dapat mempengaruhi kuat tekan beton, namun perlu diperhatikan bahwa pengaruhnya dapat bervariasi tergantung pada kondisi pengujian dan komposisi campuran beton.

2.3. Bahan Tambah

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortartidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari campuran beton itu sendiri (Artika & Herista, 2021).

2.3.1. Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu, atau bagasse ash, adalah limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran ampas tebu. Limbah ini memiliki kandungan silika (SiO_2) yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial semen dalam campuran beton. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton, ketahanan terhadap larutan sulfat, serapan air, dan modulus elastisitas beton. Prosentase penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen bervariasi antara 5% hingga 35% dari berat semen, dengan hasil yang menjanjikan dalam peningkatan sifat-sifat beton.

Kandungan kimia abu ampas tebu sebelum dilakukan pembakaran umumnya terdiri dari sekitar 53-73,5% SiO_2 , serta mengandung juga senyawa lain seperti Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO . Dari hasil pengujian oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado di peroleh kandungan silikat abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga memiliki sifat pozzolan. Oleh karena itu, abu ampas tebu dapat menjadi bahan alternatif yang ramah lingkungan dan bermanfaat dalam industri konstruksi, terutama dalam pembuatan beton dan produk bahan bangunan lainnya.

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) (Luky Indra Gunawan).

2.4. Pozzolan

Menurut standar (ASTM C 125-07, 2009), pozzolan ialah bahan yang mempunyai silika atau silika alumina yang memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran yang halus dan dengan kehadiran kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen. Abu ampas tebu dapat digunakan sebagai pozzolan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan beton. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan abu ampas tebu sebagai pozzolan dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur beton. Oleh karena itu, pemanfaatan abu ampas tebu sebagai pozzolan dalam beton merupakan suatu opsi yang dapat dipertimbangkan (Rompas et al., 2013).

2.5. Hidrasi Semen

Hidrasi adalah proses reaksi yang berkelanjutan antara semen dan air, atau lebih tepatnya disebut fase cair, yang dimulai dari permukaan partikel semen, kemudian dengan berjalannya waktu reaksi bergerak secara bertahap lebih ke 14 bagian dalam dari partikel semen, air bereaksi dengan partikel semen dan memisahkan diri dari partikel- partikel semen menjadi gel yang mengitari bagian partikel semen yang tak terhidrasi.

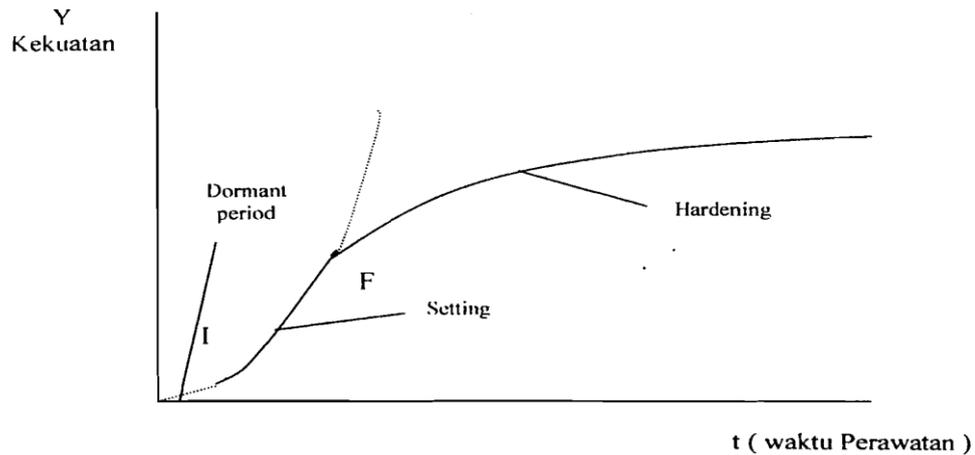
Hidrasi semen adalah proses kimia yang terjadi ketika semen bercampur dengan air, menghasilkan reaksi eksotermis yang mengeluarkan panas. Proses ini sangat penting dalam pembentukan beton, karena mengubah pasta semen menjadi material keras yang kuat. Reaksi hidrasi semen terutama melibatkan senyawa kalsium silikat, seperti:

- Trikalsium Silikat (C_3S): Berhidrasi dengan cepat, menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium hidroksida (CH), yang memberikan kekuatan awal pada beton.
- Dikalsium Silikat (C_2S): Berhidrasi lebih lambat dan berkontribusi pada kekuatan beton setelah minggu pertama.
- Trikalsium Aluminat (C_3A): Berhidrasi sangat cepat dan menghasilkan panas tinggi, yang dikontrol dengan menambahkan gipsum untuk membentuk ettringite, mengurangi risiko keretakan akibat panas hidrasi.

Pengembangan kekuatan dari semen sangat kompleks, oleh karena itu mekanisme hidrasi hanya dibuat perkiraan saja. Menurut Popovich, mekanisme hidrasi terdiri dari beberapa tahap antara lain:

1. Tahap *zero stage*, yaitu ketika permlilaan semen dan air pertama tejadi kontak.
2. Tahap *first stage*, yaitu kelanjutan dari tahap pertama ketika gel dari hasil prose hidrasi mlilai menempel pada permukaan partikeJ semen dalam jllmlah yang banyak, kemudian membuat lapisan pelindung untuk mencapai bagian dari semen yang belum terhidrasi dan pada tahap ini membutuhkan cukup banyak air untuk semua proses reaksi tersebut.
3. Tahap *second stage*, yaitu proses setelah tahap *first stage*, ketika lapisan gel menjadi begitu tebal yang menempel pada permukaan partikel semen. Pada tahap ini reaksi menjadi lebih lambat.

Ketika semen Portland di campur dengan air, maka partikel semen akan menjadi sebuah fase cair atau pasta. Hasil dari pasta semen dapat dilihat segera setelah pencampuran dan akan bertahan untuk waktu yang disebut dengan "*dormant period*". Setelah dua sampai tiga jam dengan kondisi normal, pasta semen mulai mengeras dan kondisi plastis mulai berkurang dan akhirnya hilang, pasta semen menjadi getas (*brittle*). Proses pengerasan ini disebut dengan "*setting process*" yang terjadi setelah beberapa jam setelah pencampuran selesai (S. Popovich, 1992).



Gambar 2.1 : Proses Hidrasi Semen Portland

Setting process dan pengerasan pasta semen Portland adalah hasil dari reaksi kimia yang simultan dan teratur antara air dan bahan penyusun semen, reaksi ini disebut dengan proses hidrasi. Ada dua proses reaksi kimia penting selama periode awal dari proses hidrasi, yaitu :

1. Reaksi antara C_3A dan *gypsum* dari semen menghasilkan *ettringite*, yaitu *kalsium* dan *alluminate trisulfate hydrate*.
2. Hidrasi dari semen dan air menghasilkan *calcium silicate hydrate* (CSH). Kalau dibuat persamaan reaksi kimia yang disederhanakan menjadi sebagai berikut,



$C_3S_2H_3$ yang ditunjukkan oleh sebuah senyawa CSH atau yang lebih dikenal dengan *tobermorite gel*.



Hidrasi pada kuat tekan beton dapat memengaruhi sifat mekanik beton. Beberapa penelitian menunjukkan pengaruh jenis air dan faktor air semen terhadap kuat tekan beton. Sebuah penelitian menemukan bahwa penggunaan air tawar, air laut, dan air tergenang pada perawatan beton dapat memengaruhi kuat tekan beton pada berbagai umur. Selanjutnya, faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan penambahan jumlah air pada adukan beton, yang kemudian dapat mempengaruhi

kuat tekan beton. Oleh karena itu, pengelolaan hidrasi air dalam beton sangat penting untuk mencapai sifat mekanik yang diinginkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air pada campuran beton abu ampas tebu. Secara khusus, penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara keduanya bersifat berbanding terbalik, artinya semakin tinggi kuat tekan, maka penyerapan airnya akan semakin rendah. Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi sebagian semen dalam campuran beton dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik dan mekanik beton, seperti kuat tekan dan penyerapan air (Popovich, 1995).

2.6. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian kekuatan tekan beton dilaksanakan dengan menggunakan mesin tekan. Hasil massa beban maksimum akan terbaca dalam satuan ton (Trimurtiningrum, 2018).

Berdasarkan SNI-1974-2011 semua benda uji untuk umur uji yang ditentukan harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan. Toleransi waktu tersebut dijelaskan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.1 : Toleransi Waktu Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 1974-2011)

Umur Pengujian	Toleransi Waktu
12 jam	± 15 menit atau 2,1%
24 jam	± 30 menit atau 2,1%
3 hari	± 2 jam atau 2,8%
7 hari	± 6 jam atau 3,6%
28 hari	± 20 jam atau 3,0%
90 hari	± 2 hari atau 2,2%

2.7. Penelitian Terdahulu Mengenai Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton

Menurut Eko Bagus Saputra dengan Judul Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Beton Normal. Dari data hasil pengujian tersebut, analisis data, dan pembahasan Beton Normal dengan bahan tambah Abu ampas tebu sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan beton dengan Abu ampas tebu yang ditambahkan dari berat semen menurun dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Hal ini terjadi dikarenakan beton yang ditambahkan Abu ampas tebu mengalami Penurunan kuat tekan disebabkan reaksi pozzolan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ belum terjadi secara sempurna pada umur 28 hari, sehingga kontribusinya terhadap kekuatan membutuhkan waktu yang lebih panjang.

Menurut Kurniawan et al., (2023) dengan Judul Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton K-250. Abu ampas tebu tidak dapat dijadikan bahan tambah sebagai campuran beton untuk menambah dari kuat tekan beton, Semakin tinggi penambahan dari abu ampas tebu pada komposisi pembentuk beton maka semakin rendah hasil dari kuat tekan beton tersebut, berdasarkan hasil pengujian, untuk bahan tambah abu ampas tebu pada campuran beton mengalami penurunan pada kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal K-250 pada umur beton 28 hari.

Menurut Kusnan (2017) dengan Judul Pengaruh Abu Ampas Tebu (Baggase Ash) Pada Kuat Tekan dan Lentur Struktur Balok. Abu ampas tebu (bagasse ash) pada beton sebagai pengganti sebagian semen mampu menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi pada komposisi 8% menghasilkan kuat tekan 20,51 MPa. Sedangkan untuk beton normal nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 17,83 MPa. Kuat tekan beton dengan komposisi AAT 8% mengalami peningkatan sebesar 2,68 Mpa dari beton normal. Namun, semakin banyak penambahan abu ampas tebu (bagasse ash) pada beton, nilai kuat tekannya menurun, yaitu pada komposisi AAT 16% nilai kuat tekannya turun menjadi 17,28 MPa dan komposisi AAT 24% nilai kuat tekannya sebesar 15,07 MPa. Hal ini membuktikan bahwa abu ampas tebu (bagasse ash) dapat meningkatkan kuat tekan beton pada penambahan komposisi tertentu.

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 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. 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, 14 hari dan 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 7 hari, 14 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 aktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tanggal 27 Mei dan diuji di Laboratorium Universitas Sumatera Utara pada tanggal 25 Juni, 2 Juli dan 16 Juli .

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
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus
4. Pemeriksaan berat isi dan agregat
5. Pemeriksaan kadar air agregat
6. Pemeriksaan kadar lumpur
7. Perencanaan campuran beton (Mix Design)
8. Kekentalan adukan beton segar (slump)

9. Uji kuat tekan beton

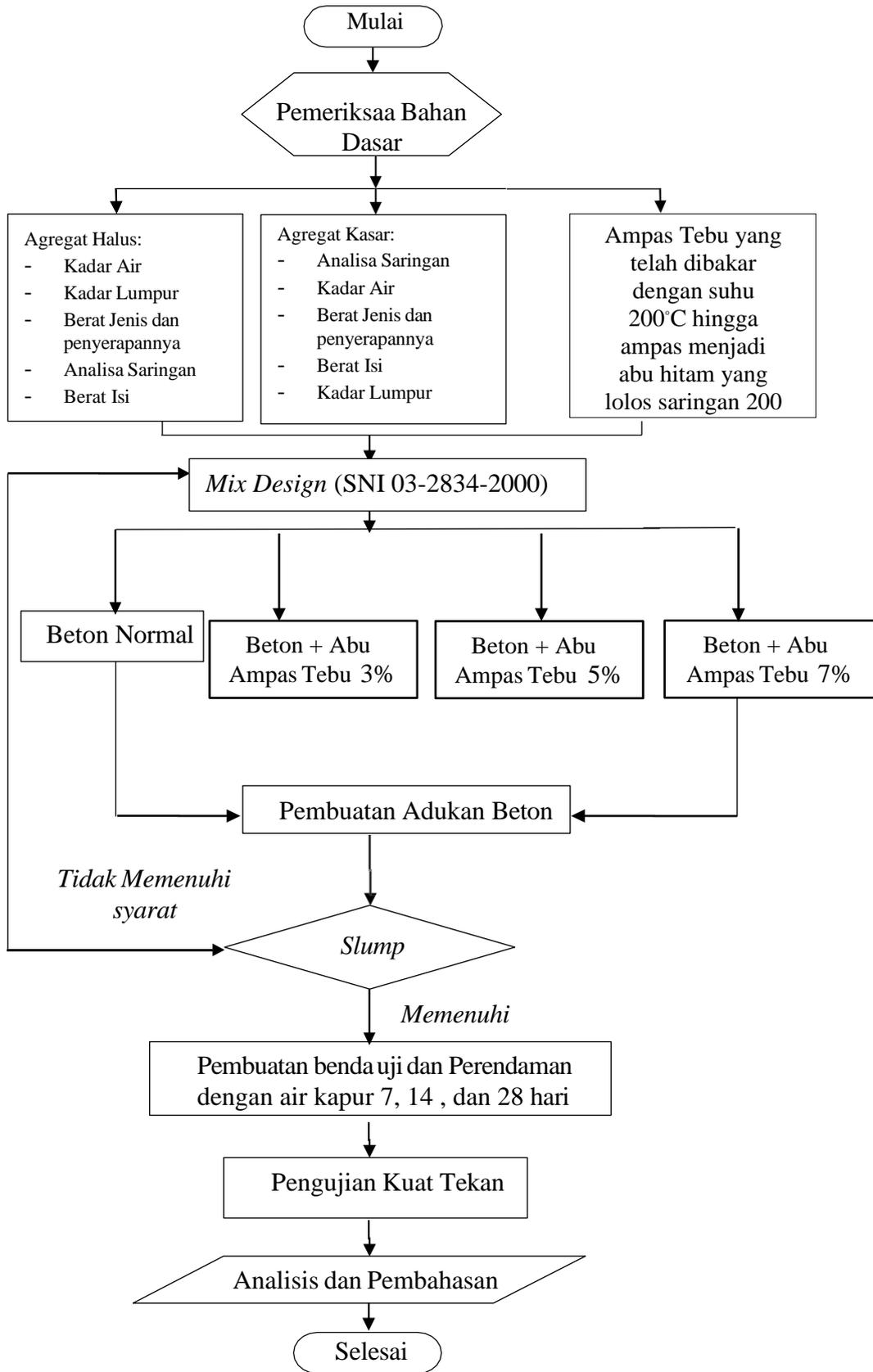
3.4.2. Data Sekunder

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 7656:2012 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%. 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 tebus dan *sika fume*. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk silinder sebanyak 28 buah yang akan diuji pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yaitu kuat tekan beton, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut akan menjadi kesimpulan pada penelitian yang dilakukan. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 : Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

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, 100, Pan. Sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 3/4", 1/2", 3/8", dan No 4. 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 adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu kerikil yang diperoleh dari toko bangunan sekitar dengan ukuran maksimum 40 mm
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari toko bangunan sekitar Abu Ampas Tebu
Abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari toko bangunan sekitar.
3. Air
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.
4. Kapur
Kapur yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari toko material.

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

No	Variasi campuran beton	Pengujian kuat tekan		
		Umur beton 7hari	Umur beton 14hari	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	2 sampel	2 sampel	2 sampel
3	Beton dengan kombinasi 5% abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen	2 sampel	2 sampel	2 sampel
4	Beton dengan kombinasi 7% abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen	2 sampel	2 sampel	3 sampel

Keterangan :

BTN : Beton Normal

BTAAT : Beton Abu Ampas Tebu

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 Kasar

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 terjatrat 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

kemudiandiposisikan 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 (W1).
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 (W2).
5. Benda uji kemudian dipanggang hingga tidak ada lagi bobot yang tersisa.
6. Timbang dan catat beratnya (W3) setelah dikeringkan.
7. Kemudian tentukan berat bahan kering ($W4 = W3 - W2$).

3.8.4. Berat Isi Agregat

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

1. Mencatat berat silinder kosong (W1) 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 (W2).

5. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

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:

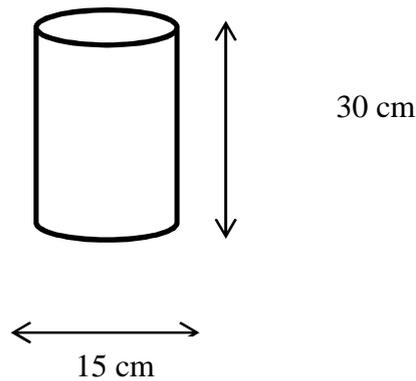
1. Catat berat talam kosong (W_1).
2. Setelah itu, benda uji ditimbang dan dicatat bobotnya (W_2) sebelum dimasukkan ke dalam tray.
3. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Spesimen kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ dengan tray hingga beratnya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

3.9. 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.

3.10. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dibuat adalah beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan berjumlah 28 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan bahan tambah berupa abu ampas tebu



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, dan abu ampastebu 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 air kapur selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
12. Setelah direndam selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, kemudian angkat beton dan keringkan.
13. Melakukan uji kuat tekan beton.

3.11. 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.

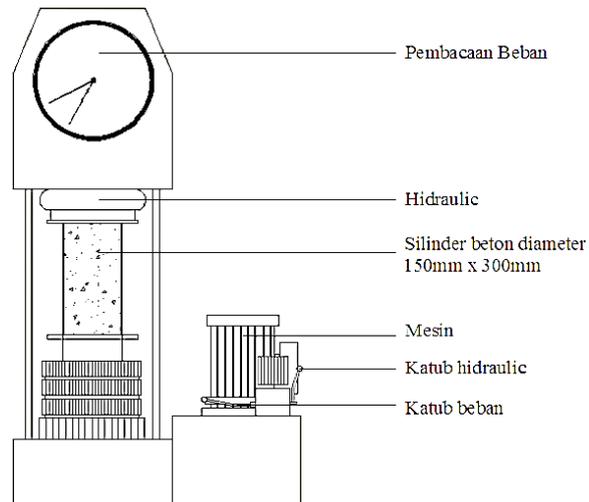
3.12. Perawatan (*Curing*) Pada Benda Uji

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, 14 hari, dan 28 hari). Proses perendaman benda uji ini terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji benar-benar kering.
3. Air bersih dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ditambahkan ke dalam bak perendaman.
4. Tempatkan benda uji dengan hati-hati ke dalam bak perendaman.
5. Setelah direndam selama 6 hari, 13 hari, dan 27 hari, keluarkan benda ujipada hari ke 7,14 dan 28.
6. Benda uji harus ditimbang setelah kering.

3.13. 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.



Gambar 3.3 : *setting up* pengujian kuat tekan beton

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Bahan Agregat Kasar dan Agregat Halus pada Beton

Dalam hal ini penulis menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari Tabel 4.1 dibawah ini, dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan rencana 20 Mpa.

Tabel 4.1 Data-data Hasil Pemeriksaan Dasar.

No	Data Tes Dasar	Nilai
1	Berat Jenis Agregat Kasar	2,704 gr/cm ³
2	Berat Jenis Agregat Halus	2,815 gr/cm ³
3	Kadar Lumpur Agregat Kasar	1,375 %
4	Kadar Lumpur Agregat Halus	3,975 %
5	Berat Isi Agregat Kasar	1,5 gr/cm ³
6	Berat Isi Agregat Halus	1,17 gr/cm ³
7	FM Agregat Kasar	7,28%
8	FM Agregat Halus	3,82%
9	Kadar Air Agregat Kasar	0,52 %
10	Kadar Air Agregat Halus	2,56 %
11	Penyerapan Agregat Kasar	0,805 %
12	Penyerapan Agregat Halus	1,16 %
13	Nilai Slump Rencana	30-60 mm
14	Ukuran Agregat Maksimum	40

4.1.1. Pemeriksaan Agregat Kasar

4.1.1.1. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar

Berdasarkan hasil uji berat jenis penyerapan agregat kasar mengacu berdasarkan SNI 1969:2008, pengujian kasar dari 2 sample dengan berat sample

SSD rata – rata 2,76 gr/cm³. Dari percobaan ini di dapat nilai rata – rata BJ curah (Sd) 2,23 gr, BJ kering permukaan (SSD) 2,72 gr dan BJ Semu (Sa) 2,77 gr sehingga rata – rata nilai penyerapan yang di dapat pada percobaan ini sebesar 1,16% dan dapat dikategorikan sebagai agregat kasar normal karena masih dalam batas nilai yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,8.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh A (gr)	2565	2550	2557,5
Berat contoh SSD oven 110°C sampai konstan C (gr)	2550	2552	2551
Berat contoh SSD dalam air (B) (gr)	1620	1622	1621
Berat jenis contoh kering $C/(A-B)$ (gr/cm ³)	2,698412698	2,75	2,72420632
Berat jenis contoh SSD $A/(A-B)$ (gr/cm ³)	2,714285714	2,747844828	2,73106527
Berat jenis contoh semu $C/(C-B)$ (gr/cm ³)	2,74193584	2,744086022	2,74301075
Penyerapan $(B-E)/E \times 100\%$ (%)	0,584795322	0,778431373	0,25318197

4.1.1.2. 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 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar.

Ukuran Saringan	Retained Faction				Cumulative	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Berat (gr)	%	Tertahan (%)	Lolos (%)
38,1 (1,5in)	0	0	0	0	0	100
19.0 (3/4in)	55	46	101	2,02	7,02	92,98
9,52 (3/8in)	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	
FM (MODULUS KEHALUSAN)					6,89	

Berdasarkan tabel 4.3 ,maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehausan)} &= \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan}}{100} \\
 &= \frac{689,94}{100} \\
 &= 6,89
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007), pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai

sebesar 6,89 yang berarti memenuhi syarat yang telah ditetapkan. 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 4.3.

4.1.1.3. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar yang mengacu pada SNI 4142:1996 yang dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Agregat Halus lolos saringan No. 4 mm	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
Berat contoh kering A (gr)	2500	2500	2500
Berat kering setelah dicuci B (gr)	2490	2489	2489,5
Berat kotoran lolos saringan No. 200 setelah dicuci C (gr)	10	11	10,5
Persentase kotoran agregat halus lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,4	0,44	0,42

4.1.1.4. 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 kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

Tabel 4.5 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 (cm ³)	11125,4	11125,4	11125,4
5	Berat isi (gr/cm ³)	1,4965754	1,54942744	1,58645981
Rata- rata	1,54			

4.1.1.5. 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. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

Fine Agregate Passing No. 9,5mm	Sample 1	Sample 2	Rata rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	1087	1088	1087,5

Fine Agregate Passing No. 9,5mm	Sample 1	Sample 2	Rata rata
Berat contoh SSD (<i>Wt of SSD sample</i>) (W1-W3)	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah	1081	1082	1081,5
Berat wadah (W3)	87	87	87
Berat air (W1-W2)	6	6	6
Berat contoh kering (W2-W3)	994	995	994,5
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,603	0,603	0,603

4.1.2. Pemeriksaan Agregat Halus

4.1.2.1. 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.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan 2 sample didapat nilai modulus kehalusan, yaitu 3,82. Sehingga memenuhi syarat pada SNI 03-1968-1990

Hasil dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Ukuran Saringan	Retained Faction				Cumulative	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan (%)	Lolos (%)
9.50 (No. 3/8)	0	0	0	0	0	
4.75 (No. 4)	67	68	135	6,77	6,77	93,23
2.36 (No. 8)	80	82	162	8,12	14,89	85,11
1.18 (No. 16)	135	186	321	16,09	30,98	69,02
0.60 (No. 30)	171	134	305	15,29	46,27	53,73
0.30 (No. 50)	466	434	900	45,11	91,38	8,62
0.15 (No. 100)	12	13	25	1,25	92,63	7,37
Pan	66	81	147	7,37	100	0
Total	997	998	1995	100	282,92	997
FM (MODULUS KEHALUSAN)					3,82	

$$MHB = \frac{\Sigma \% \text{Berat tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{\text{Total}}$$

$$= \frac{92,63 + 91,38 + 46,27 + 30,98 + 14,89 + 6,77}{100}$$

$$= 2,83$$

4.1.2.2. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh S (gr)	500	500	500
Berat benda uji kering oven A (gr)	489	487	488
Berat Piknometer yang berisi air B (gr)	689	692	690,5
Berat Piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan C (gr)	994	995	994,5
Berat Jenis Curah (Sd) A/(B-S-C) (gr/cm ³)	2,5	2,47	2,48

Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat Jenis Jenuh kering permukaan (Ss) $S/(B-S-C)$ (gr/cm ³)	2,56	2,53	2,54
Berat jenis (Sa) $A/(B-A-C)$ (gr/cm ³)	2,65	2,64	2,65
Penyerapan $(S-A)/A \times 100\%$ (%)	2,24	2,66	2,45

4.1.2.3. Berat Isi Agregat Halus

Tabel 4.9 Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan

No.	Course Aggregate Passing No. 50.8	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)	16037	17438	16729
4	Volume wadah V (cm ³)	10948	10948	10948

No.	Course Agreggate Passing No. 50.8	CARA LEPAS	CARA ROJOK	CARA GOYANG
5	Berat isi (gr/cm ³)	1,46483376	1,59280234	1,52804165
Rata-rata	1,52			

4.1.2.4. Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil pemeriksaan hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,5%. 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 4.10 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

Agregat Halus lolos saringan No. 4 mm	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
Berat contoh kering A (gr)	500	500	500
Berat kering setelah dicuci B (gr)	489	479	484
Berat kotoran lolos saringan No. 200 setelah dicuci C (gr)	11	21	16
Persentase kotoran agregat halus lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,2	4,2	3,2

4.1.2.5. Kadar Air Agregat Halus

Dari pengujian kadar air agregat kasar pada percobaan ini dengan percobaan 2 sample dimana nilai kadar air pada sample 1 sebesar 3,64 % dan sample 2 sebesar 1,48% sehingga di dapat nilai rata – rata sebesar 2,56.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus Dengan Cara Lepas, Cara Tusuk, Dan Cara Penggoyangan.

Agregat Lolos Saringan No. 9,5mm	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat contoh SSD& berat wadah	557	554	555,5
Berat contoh SSD	500	500	544,5
Berat contoh keringoven & wadah	546	543	544,5
Berat Wadah	57	54	55,5
Berat Air	11	11	11
Berat contoh kering	489	489	489
Kadar Air	2,249	2,249	2,249

4.2. Perhitungan Mix Design

Tabel 4.12 Perencanaan Campuran Beton SNI 03-2834-2000.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-2000			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	20 Mpa pada 28 hari
2	Deviasi Standar		7 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	11,48 Mpa

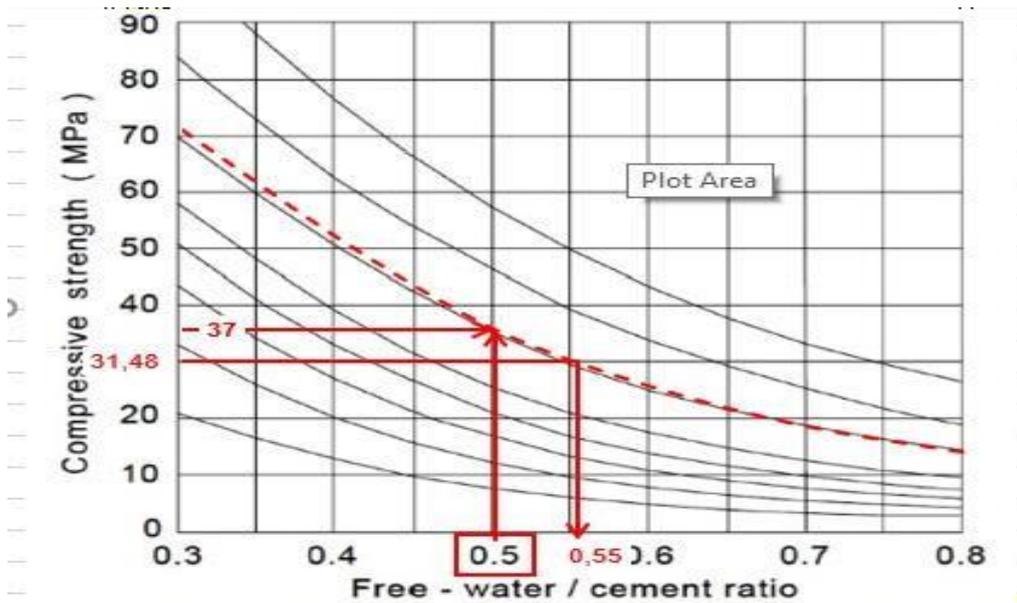
PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-2000			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
4	Kekuatan rata-rata yang Ditargetkan	1 + 3	31,48 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I
6	Jenis agregat: - kasar	Ditetapkan	Batu kerikil
	- halus	Ditetapkan	Pasir alami
7	Faktor air-semen bebas	Tabel	0,55
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan	0,60
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	334,78 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	Faktor air-semen yang Disesuaikan	Disesuaikan	334,78 kg/m ³
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 20	36 %
19	Berat jenis relatif, agregat(kering permukaan)	Item 20	2,56
20	Berat isi beton	Gambar 4.5	2,363 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20 - (12 + 11)	1843,22 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	663,56 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21-22	1189,5 kg/m ³

PERENCANAAN CAMPURAN BETON					
SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
24	Proporsi campuran			Agregat	
		Sem en (kg)	Air (kg)	kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	425	170	640,5	118,5
	- Tiap campuran uji m ³	425	165,75	649,47	1186,05
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,25	0,88	3,44	6,28
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	425	170	640,5	118,5
	- Tiap campuran uji m ³	425	165,75	649,47	1186,05
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	1	0,39	1,53	2,80

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

$$fcr = f'c + Sr = 31,48 \text{ Mpa}$$
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 4.1 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 (Wh) adalah 175 sedangkan untuk agregat kasar (Wk)

adalah 205 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

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

Tabel 4.13 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	---	---	---	---
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

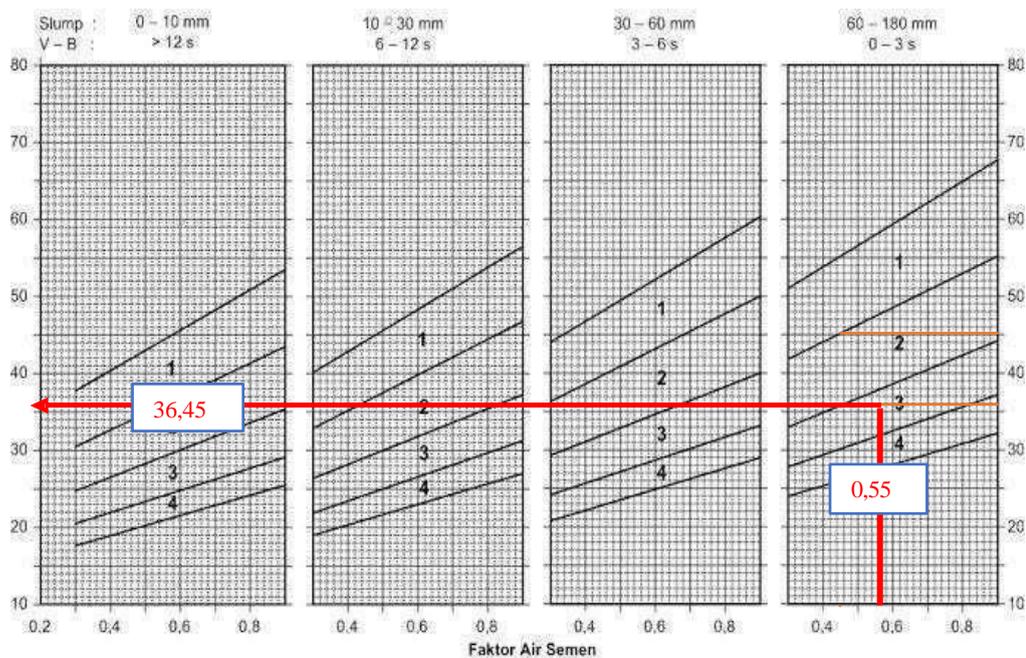
12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor airsemen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\text{Kadar air semen} = \frac{\text{Kadar Air bebas}}{\text{Faktor Air Semen}}$$

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

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 $36,45 \approx 36$



Gambar 4.2 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,55(SNI 03-2834-2000).

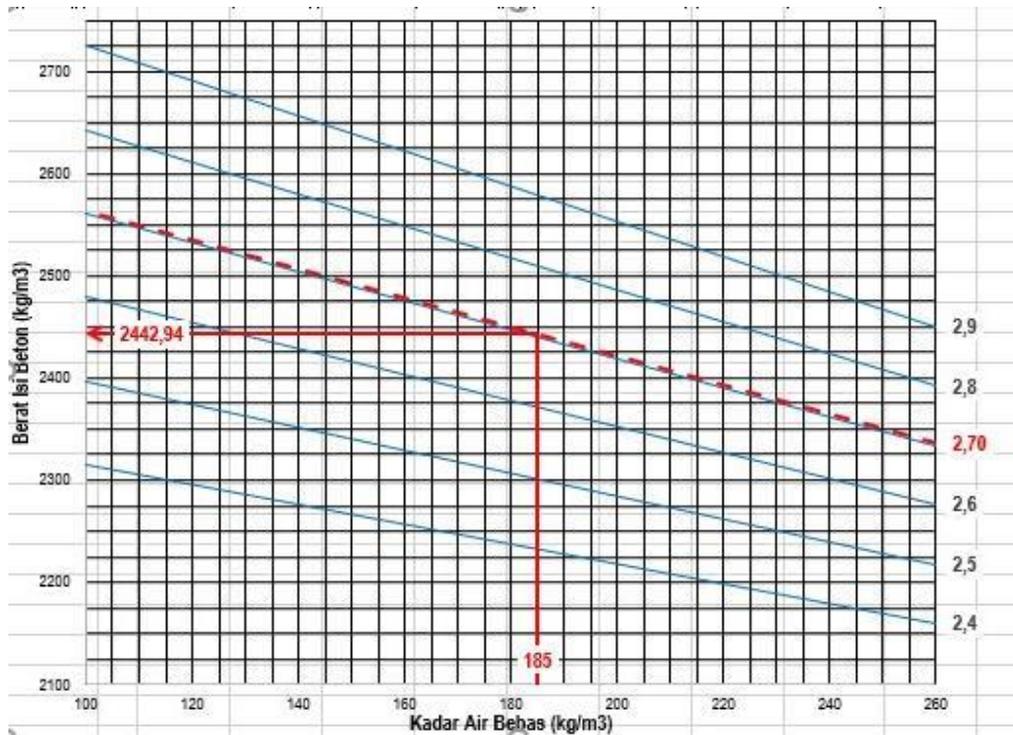
19. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD Berat Jenis Relatif :

$$= (AH \times BJAH) + (AK \times BJAK)$$

$$= (0,360 \times 2,660) + (0,64 \times 2,731)$$

$$= 2,705 \text{ kg/m}^3$$

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 4.3 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 x %AH = 0,36 x 1921,64 = 691,79 kg/m³.
23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.
- $$\text{Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus}$$
- $$= 1921,64 - 691,79 = 1229,85 \text{ kg/m}^3.$$
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

Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

Tabel 4.14 Komposisi campuran beton

Variasi Campuran	AAT
I	3 %
II	5 %
III	7 %

4.2.1. Perhitungan Mix Design Beton

Dalam penelitian ini pembuatan sempel memiliki masing-masing 3 variasi yang akan di cetak. Adapun jumlah yang digunakan untuk membuat mix dalam rencana adukan beton sebanyak 1 m³ adalah 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%

a. Air

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

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 :

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

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

Tinggi Silinder = 15 cm

Diameter Silinder = 30 cm

Maka ,volume silinder yaitu :

$$\begin{aligned}
\text{Volume 1 benda uji} &= \pi r^2 t \\
&= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\
&= 0,0053 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume tiap variasi atau campuran adalah = 3 x 0,0053 m³ = 0,01590 m³. Untuk memperhitungkan toleransi kehilangan selama proses pembuatan, kebutuhan material ditambah 10 % dari total variasi, sehingga menjadi

$$= 0,0159 + (0,0159 \text{ m}^3 \times 10\%) = 0,0175 \text{ m}^3.$$

Volume ini digunakan untuk menghitung total kebutuhan bahan untuk setiap variasi atau campuran, seperti yang dijelaskan dalam tabel 4.17.

Tabel 4. 15 Kebutuhan bahan sebagai variasi campuran.

Kode	Volume 1 x Adukan (m ³)	Komposisi Bahan						
		PCC		Agregat halus		Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Total (Kg)
		PCC (Kg)	Abu Ampas Tebu (Kg)	Pasir (Kg)				
BN	0,0175	100 % 5886	-	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775	
BAAT- 3%	0,0175	97 % 5709	3 % 0,177	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775	
BAAT- 5%	0,0175	95 % 5592	5 % 0,294	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775	
BAAT- 7%	0,0175	93 % 5474	7 % 0,412	100% 12.106	100 % 21.546	3.237	42.775	
Total	0,0700	22,031	0,883	48,424	86,184	12,948	171,100	

Data yang diperoleh dapat dilihat dari rincian berikut ini:

1. Beton Normal (BN)

$$\text{Berat PCC (Kg)} = 336,36 \times 0,0175 \times 100 \% = 5,886 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat Agregat Halus (Kg)} = 691,79 \times 0,0175 \times 100 \% = 12,106 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Berat Agregat Kasar (Kg)} = 1231,20 \times 0,0175 \times 100 \% = 21,546 \text{ Kg} \\
& \text{Air (Kg)} = 185 \times 0,0175 \times 100 \% = 3,237 \text{ Kg} \\
2. & \text{ Berat PCC (Kg)} = 336,36 \times 0,0175 \times 97 \% = 5,709 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Halus (Kg)} = 691,79 \times 0,0175 \times 100 \% = 12,106 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Kasar (Kg)} = 1231,20 \times 0,0175 \times 100 \% = 21,546 \text{ Kg} \\
& \text{Air (Kg)} = 185 \times 0,0175 \times 100 \% = 3,237 \text{ Kg} \\
& \text{Abu Ampas Tebu} = 336,36 \times 0,0175 \times 3 \% = 0,177 \text{ Kg} \\
3. & \text{ Berat PCC (Kg)} = 336,36 \times 0,0175 \times 95 \% = 5,592 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Halus (Kg)} = 691,79 \times 0,0175 \times 100 \% = 12,106 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Kasar (Kg)} = 1231,20 \times 0,0175 \times 100 \% = 21,546 \text{ Kg} \\
& \text{Air (Kg)} = 185 \times 0,0175 \times 100 \% = 3,237 \text{ Kg} \\
& \text{Abu Ampas Tebu} = 336,36 \times 0,0175 \times 5 \% = 0,294 \text{ Kg} \\
4. & \text{ Berat PCC (Kg)} = 336,36 \times 0,0175 \times 93 \% = 5,474 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Halus (Kg)} = 691,79 \times 0,0175 \times 100 \% = 12,106 \text{ Kg} \\
& \text{Berat Agregat Kasar (Kg)} = 1231,20 \times 0,0175 \times 100 \% = 21,546 \text{ Kg} \\
& \text{Air (Kg)} = 185 \times 0,0175 \times 100 \% = 3,237 \text{ Kg} \\
& \text{Abu Ampas Tebu} = 336,36 \times 0,0175 \times 7 \% = 0,412 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

4.3. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm x 30 cm.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a) Mix Beton

Beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Untuk penggunaan air dibagi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air ke dalamnya. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b) Pencetakan

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (slump test). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul- pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah \pm 24 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c) Perawatan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu dimasukkan ke dalam bak perendaman. Perawatan beton bertujuan untuk membuat beton selalu lembab. Kelembapan membuat proses hidrasi berjalan dengan baik. Proses curing ini dilakukan dengan cara perendaman benda uji selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dalam bak air.

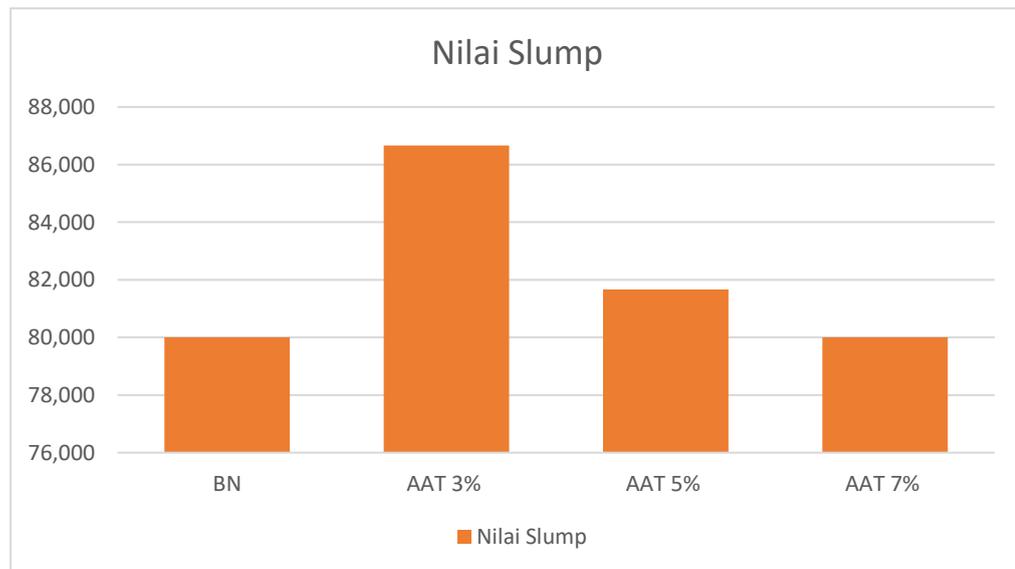
4.4. Pengujian Slump Beton

Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump.

Tabel 4.16 Nilai *slump Test* beton campuran AAT dan beton normal.

No	Variasi	<i>Slump tes (mm)</i>			
		7 hari	14 hari	28 hari	Average
1	BN	80	85	75	80
2	3% AAT	90	80	90	86,6
3	5% AAT	90	75	80	81,6
4	7% AAT	75	85	85	80

Berdasarkan Tabel 4.25 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal dengan beton variasi dimana pada beton normal didapatkan nilai slump sesuai rencana cm, sedangkan beton dengan variasi mendapatkan hasil slump tertinggi antar cm. Untuk beton normal hanya dapat slump normal dikarenakan tidak ada campuran bahan tambahan yang membuat workability dari beton naik.



Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Pengujian Slump Beton

4.5. Pembuatan Larutan Perendaman Beton

Dalam penelitian ini menggunakan perendaman yakni air kapur. Ada cara pembuatan larutan sebagai berikut:

- Larutan kapur 5%

Pembuatan larutan air kapur dengan cara mencampurkan air dengan perbandingan air dan kapur yakni 1 liter : 50 gram kapur. Volume air pada bak perendaman yaitu 60 liter.

Jadi jumlah kapur yang dicampur pada perendaman beton sebagai berikut:

$$\frac{5}{100} \times 60 \text{ kg} = 3 \text{ kg}$$

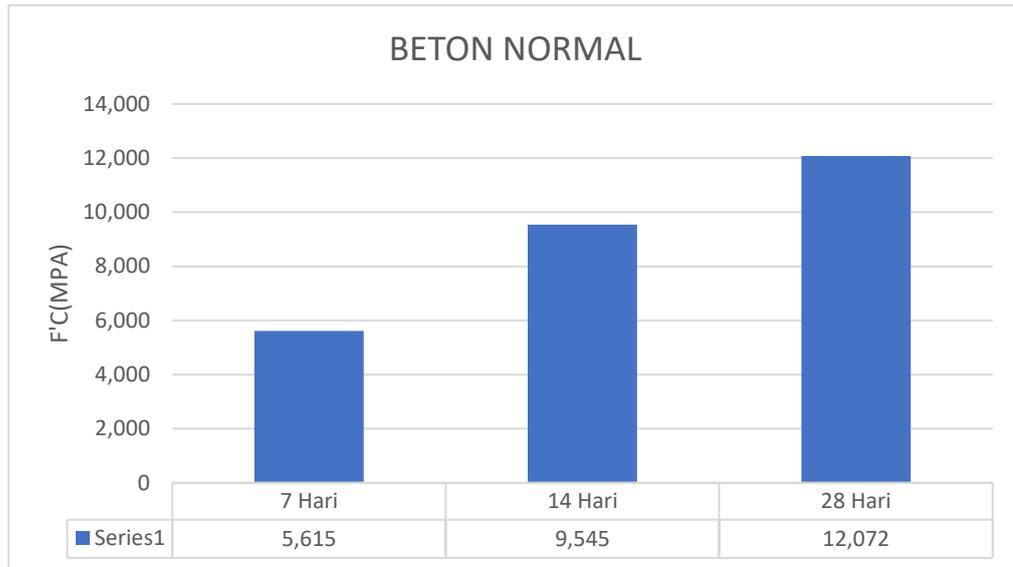
4.6. Hasil dan Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan metode sesuai dengan SNI 03-2491-2002, Pengujian beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tekan (*compressive strenght test*) dengan 150 ton. Benda uji yang berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.10.

4.6.1. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7,14 & 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton normal 7 hari dapat dilihat pada Tabel 4.26. Dari 6 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 5,615 MPa pada umur beton 7 hari, 9,545 MPa pada umur beton 14 hari & 12,072 Mpa pada umur 28 hari.

Pada kuat tekan Beton Normal mengalami peningkatan kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. Trend menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari. (Marthin D. J. Sumajouw).



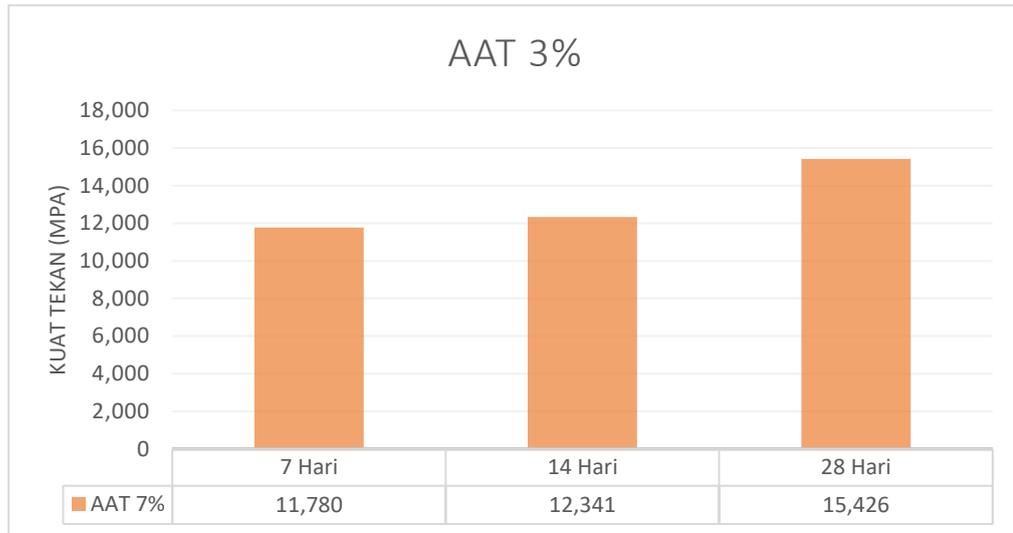
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Normal

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Hari	P = Beban Tekan (kg)	A = 176,625 cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Fc (MPa)
BETON NORMAL			
7	10109,70	57,238	5,61
14	17186,49	97,305	9,54
28	21735,86	123,062	12,06

4.6.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%

Pengujian beton variasi AAT 3% dilakukan pada saat beton berumur 7,14 & 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton variasi AAT 3% dapat dilihat pada Tabel 4.19. Dari 6 masing-masing benda uji beton yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 10,938 MPa pada umur beton 7 hari, 12,060 MPa pada umur beton 14 hari & 14,304 Mpa pada umur 28 hari.



Gambar 4.7 Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3%

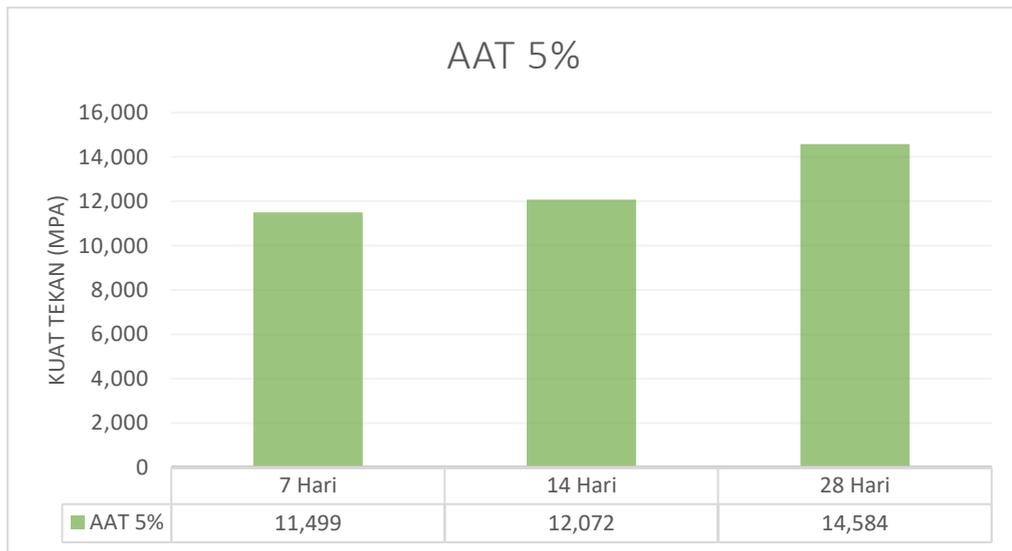
Hari	P = Beban Tekan (kg)	A = 176,625 cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Fc (MPa)
AAT 3%			
7	21230,37	120,204	11,780
14	22242,03	125,928	12,341
28	27802,18	157,408	15,426

Pada Kuat Tekan Beton Variasi AAT 3% mengalami peningkatan kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. Trend menunjukkan bahwa semakin

lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari. (Marthin D. J. Sumajouw).

4.6.3. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%

Pengujian beton variasi AAT 5% dilakukan pada saat beton berumur 7,14 & 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton variasi AAT 5% dapat dilihat pada Tabel 4.20. Dari 6 masing-masing benda uji beton yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 11,499 MPa pada umur beton 7 hari, 12,072 MPa pada umur beton 14 hari & 14,584 Mpa pada umur 28 hari.



Gambar 4.8 Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%

Pada Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5% mengalami peningkatan kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. Trend menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari (Marthin D. J. Sumajouw).

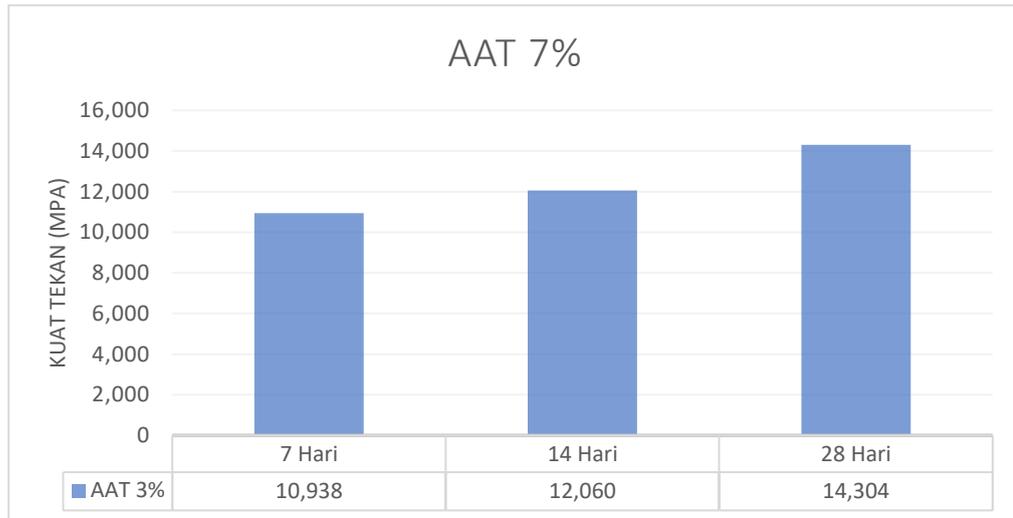
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 5%

Hari	P = Beban Tekan (kg)	A = 176,625 cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Fc (MPa)
AAT 5%			
7	19664,90	111,337	11,499
14	21757,37	123,184	12,072
28	26284,62	148,816	14,584

4.6.4. Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%

Pengujian beton variasi AAT 7% dilakukan pada saat beton berumur 7,14 & 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton variasi AAT 7% dapat dilihat pada Tabel 4.21 Dari 6 masing-masing benda uji beton yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 11,780 MPa pada umur beton 7 hari, 12,341 MPa pada umur beton 14 hari & 15,426 Mpa pada umur 28 hari.

Pada Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7% mengalami peningkatan kuat tekan beton. Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik hubungan antara variasi umur beton terhadap nilai kuat tekan beton. Trend menunjukkan bahwa semakin lama umur beton mutu tinggi terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari. (Marthin D. J. Sumajouw). Untuk penambahan Abu Ampas Tebu pada campuran beton mengalami penurunan kuat tekan, dikarenakan semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton.



Gambar 4.9 Grafik Pengujian Rata-rata Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT 7%

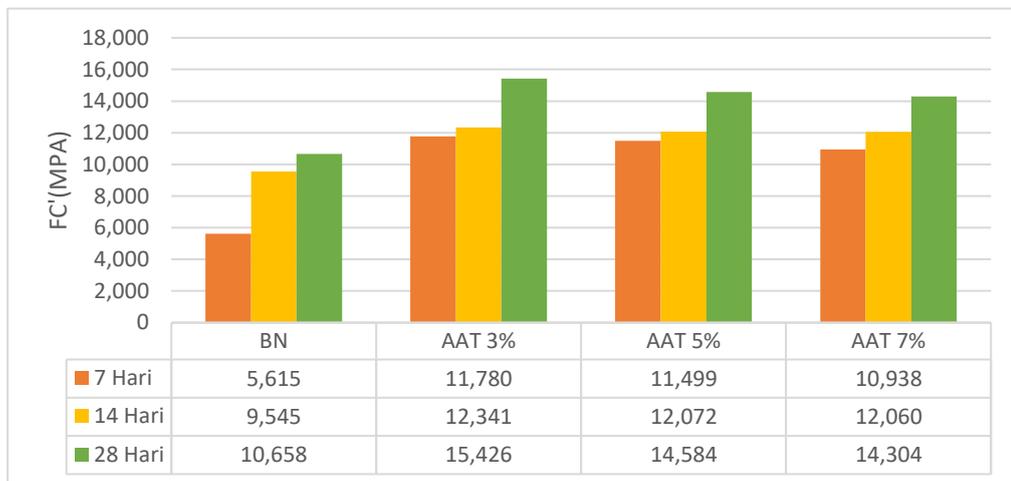
Hari	P = Beban Tekan (kg)	A = 176,625 cm ² $f_c = (P/A)$ (MPa)	Fc (MPa)
AAT 7%			
7	19713,47	111,612	10,938
14	21735,65	123,061	12,060
28	25293,41	143,204	14,304

4.6.5. Hasil Kuat Tekan Semua Variasi Beton

Pengujian beton semua variasi AAT dilakukan pada saat beton berumur 7,14 & 28 hari. Dari masing-masing benda uji beton yang diuji kuat tekannya,

- Pada Beton Normal ,maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 5,615 MPa pada umur beton 7 hari, 9,545 MPa pada umur beton 14 hari & 12,072 Mpa pada umur 28 hari.

- Pada Beton Variasi AAT 3 %, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 10,938 MPa pada umur beton 7 hari, 12,060 MPa pada umur beton 14 hari & 14,304 Mpa pada umur 28 hari.
- Pada Beton Variasi 5 %, maka diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 11,499 MPa pada umur beton 7 hari, 12,072 MPa pada umur beton 14 hari & 14,584 Mpa pada umur 28 hari,
- Pada Beton Variasi 7 %, maka diperoleh nilai kuat tekan beton variasi 7 % sebesar 11,780 MPa pada umur beton 7 hari, 12,341 MPa pada umur beton 14 hari & 15,426 Mpa pada umur 28 hari.



Gambar 4.10 Grafik Semua Pengujian Kuat Tekan Beton.

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Semua Variasi

Umur	BN	AAT 3%	AAT 5%	AAT 7%
7 Hari	5,61	11,780	11,499	10,938
14 Hari	9,545	12,341	12,072	12,060
28 Hari	10,658	15,426	14,584	14,304

4.7. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan beton dengan campuran *Abu Ampas Tebu* dan kapur mengalami Persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Penambahan *Abu Ampas Tebu* 3%

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= ((11,780 - 5,615) / 5,615) \times 100\% \\ &= 10,53 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 14 hari)} &= ((12,341 - 9,545) / 9,545) \times 100\% \\ &= 15,79 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= ((15,426 - 10,658) / 10,658) \times 100\% \\ &= 44,73\% \end{aligned}$$

- Penambahan *Abu Ampas Tebu* 5%

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= ((11,499 - 5,615) / 5,615) \times 100\% \\ &= 7,89 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 14 hari)} &= ((12,072 - 9,545) / 9,545) \times 100\% \\ &= 13,27\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= ((14,584 - 10,658) / 10,658) \times 100\% \\ &= 36,84\% \end{aligned}$$

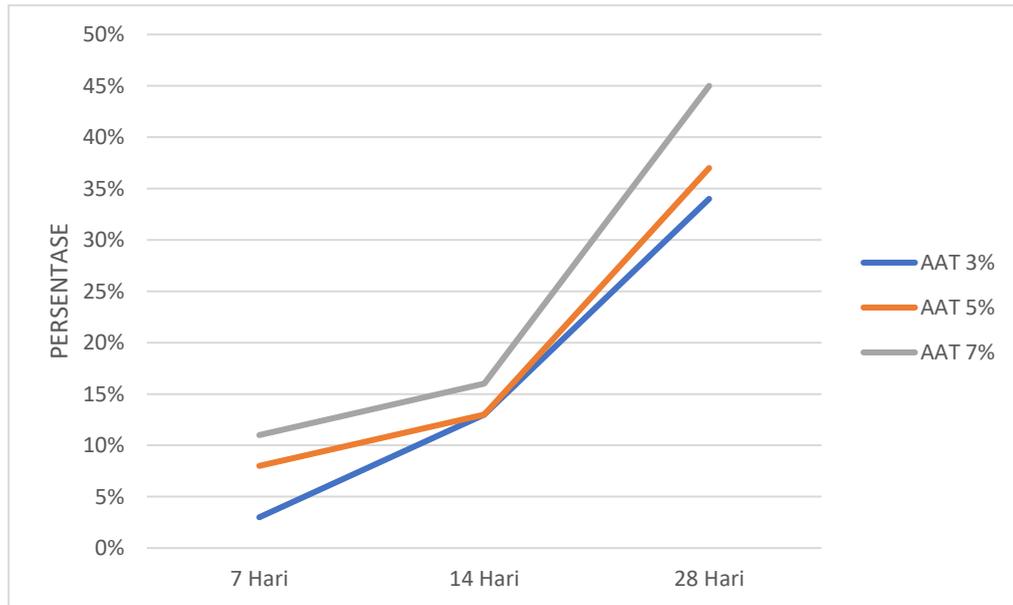
- Penambahan *Abu Ampas Tebu* 7%

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= ((10,938 - 10,658) / 10,658) \times 100\% \\ &= 2,63 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 14 hari)} &= ((12,060 - 10,658) / 10,658) \times 100\% \\ &= 13,15 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= ((14,304 - 10,658) / 10,658) \times 100\% \\ &= 34,21 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik perendaman air kapur terhadap nilai kuat tekan beton berpengaruh. Bahwa semakin lama perendaman beton dalam air kapur akan terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari.



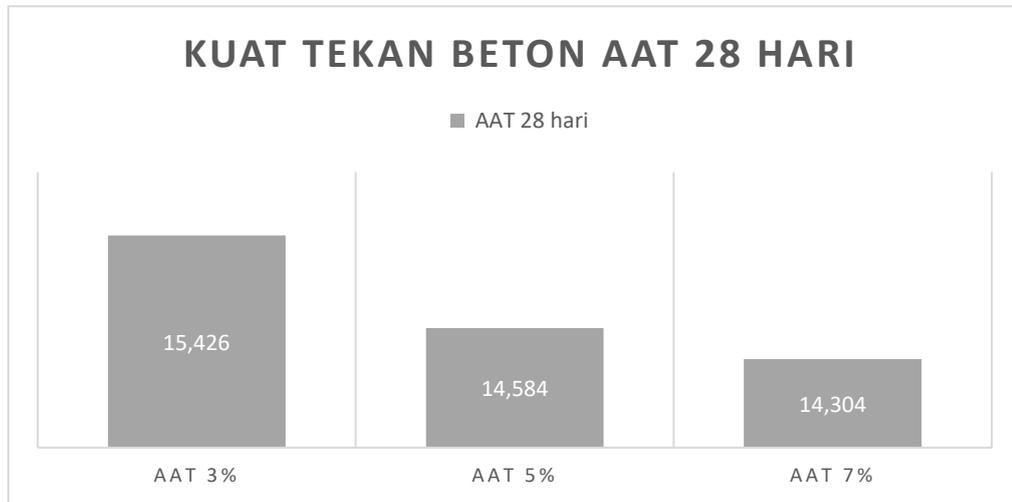
Gambar 4.11 Grafik perbandingan besar persentase kenaikan kuat tekan beton 7, 14 & 28 hari.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton dengan variasi AAT 3%, 5% dan 7% terjadi perbedaan kenaikan kuat tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Namun kenaikan yang paling tinggi terjadi pada variasi beton dengan variasi AAT 3% pada umur 28 hari sebesar 44,73% dari beton normal.

Berdasarkan Gambar 4.10 hasil pengujian dihasilkan nilai kuat tekan beton pada variasi 3% sebesar 11,780 MPa pada umur beton 7 hari, 12,341 MPa pada umur beton 14 hari dan 15,426 Mpa pada umur 28 hari. Pada variasi 5% sebesar 11,499 Mpa. Pada umur beton 7 hari, 12,072 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,584 Mpa pada umur 28 hari. sebesar 10,938 MPa pada umur beton 7 hari, 12,060 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,304 Mpa pada umur 28 hari. Kuat tekan beton tertinggi pada sample 3 % umur 28 hari sebesar 15,426 MPa sebesar 44,73% dari beton normal.

Berdasarkan Gambar 4.10 dihasilkan grafik perendaman air kapur pada beton terhadap nilai kuat tekan beton. Bahwa semakin lama perendaman beton,

maka terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari.



Gambar 4.11 Hasil Kuat Tekan pada umur 28 Hari

Dari Gambar 4.11, untuk penambahan Abu Ampas Tebu pada campuran beton mengalami penurunan kuat tekan, dikarenakan semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton.

Dari hasil pengujian, untuk penambahan abu ampas tebu pada campuran beton dengan perendaman air kapur mengalami peningkatan kuat tekan beton dibandingkan beton normal dengan perendaman air tawar, dikarenakan semakin banyak penambahan abu ampas tebu dengan perendaman dengan air kapur maka nilai kuat tekan beton meningkat, sebaliknya jika semakin banyak abu ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton normal, yaitu kesalahan pada pembuatan beton seperti kurangnya penusukan atau pemadatan pada saat pembuatan dan faktor perawatan beton dengan air tawar.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan kurang tepatnya nilai target kuat tekan yang direncanakan. Adapun faktor-faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

- Rasio Air / Semen yang Tinggi

Rasio berat air dengan berat semen disebut rasio Air / Semen. Ini adalah faktor paling penting untuk mendapatkan kekuatan beton. Rasio w / c (water / cement) yang lebih rendah menyebabkan kekuatan beton yang lebih tinggi. Secara umum, rasio air / semen yang digunakan adalah 0,45-0,60. Air yang terlalu banyak menyebabkan pemisahan dan kekosongan pada beton atau yang biasa disebut Bleeding pada beton. Rasio Air / Semen berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Rasio pada beton ini tinggi dikarenakan menggunakan bahan tambah abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen dan perendaman air kapur. Abu ampas tebu adalah bahan pozzolan yang dapat mempengaruhi kebutuhan air dalam campuran beton. Biasanya, bahan pozzolan dapat meningkatkan kebutuhan air karena kemampuannya untuk menyerap air lebih banyak dibandingkan semen biasa. Secara umum, rasio air-semen yang digunakan dalam beton dengan pengganti abu ampas tebu mungkin sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa pengganti.

- Kurangnya Pematatan Beton

Pematatan beton meningkatkan kerapatan beton karena itu adalah proses di mana rongga udara dihilangkan dari beton yang baru dituang yang membuat beton padat. Kehadiran rongga udara dalam beton sangat mengurangi kekuatannya. Sekitar 5% rongga udara dapat mengurangi kekuatan sebesar 30 hingga 40%. Pada rasio air / semen yang sama berbeda dengan akurasi pematatan yang berbeda. Pada beton yang dipadatkan secara merata, kekuatannya lebih tinggi dari beton yang dipadatkan tetapi tidak merata. Pada pembuatan beton normal terjadi kesalahan, yaitu kurangnya penusukan atau pematatan pada saat pembuatan beton.

- Bahan Beton

Bahan utama beton adalah semen, pasir, agregat dan air. Kualitas setiap bahan mempengaruhi kekuatan beton. Namun pada penelitian ini menggunakan bahan tambah, yaitu abu ampas tebu. Abu Ampas Tebu merupakan salah satu faktor kuat tekan beton tidak mencapai kuat tekan rencana. Menurut Eko Bagus Saputra, hal ini terjadi 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 membutuhkan waktu yang lebih panjang.

4.8. Analisa SWOT

4.8.1. Strengths

1. Pengurangan Penggunaan Semen
Abu ampas tebu, yang mengandung pozzolan berupa silika (SiO_2), dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Hal ini membantu mengurangi ketergantungan pada semen yang berdampak negatif pada lingkungan.
2. Peningkatan Kuat Tekan
Beton dengan kandungan abu ampas tebu 5% dan 7% menunjukkan peningkatan kuat tekan yang lebih baik dibandingkan beton normal.
3. Ramah Lingkungan: Penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen membantu mengurangi limbah organik dan mengurangi dampak negatif dari produksi semen terhadap lingkungan

4.8.2. Weaknesses

1. Pengaruh Variasi Kadar Abu Ampas Tebu
Penggunaan abu ampas tebu pada kadar tertentu dapat menurunkan kuat tekan beton, terutama jika digunakan dalam jumlah yang terlalu banyak.
2. Proses Pengolahan Tambahan
Diperlukan proses pembakaran abu ampas tebu pada suhu tertentu dan pemurnian lebih lanjut untuk memastikan kualitas yang sesuai sebagai bahan substitusi semen
3. Keterbatasan Penggunaan
Tidak semua proyek konstruksi mungkin sesuai dengan penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen, terutama yang membutuhkan beton dengan karakteristik khusus.

4.8.3. Opportunities

1. Potensi Pengembangan Material Baru
Penggunaan abu ampas tebu membuka peluang untuk pengembangan material beton baru yang lebih ramah lingkungan dan efisien.

2. Penggunaan dalam Skala Besar

Jika diuji lebih lanjut dan disempurnakan, abu ampas tebu bisa menjadi bahan standar untuk proyek konstruksi yang ramah lingkungan, terutama di daerah dengan ketersediaan tebu yang tinggi.

3. Diversifikasi Industri

Industri tebu dapat memanfaatkan limbahnya secara lebih efisien, membuka jalan untuk diversifikasi produk dan peningkatan nilai tambah.

4.8.4. Threats

1. Ketergantungan pada Sumber Tebu

Ketersediaan abu ampas tebu bergantung pada produksi tebu, yang bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan iklim dan fluktuasi harga pasar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian dihasilkan nilai kuat tekan beton AAT
 - Pada variasi 3% sebesar 11,780 MPa pada umur beton 7 hari, 12,341 MPa pada umur beton 14 hari dan 15,426 Mpa pada umur 28 hari.
 - Pada variasi 5% sebesar 11,499 Mpa pada umur beton 7 hari, 12,072 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,584 Mpa pada umur 28 hari.
 - Pada variasi 7% sebesar 10,938 MPa pada umur beton 7 hari, 12,060 MPa pada umur beton 14 hari dan 14,304 Mpa pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton tertinggi pada sample 3 % umur 28 hari sebesar 15,426 MPa dengan peningkatan sebesar 44,73% dari beton normal.
2. Berdasarkan hasil penelitian dihasilkan grafik perendaman air kapur terhadap nilai kuat tekan beton berpengaruh. Bahwa semakin lama perendaman beton dalam air kapur akan terjadi peningkatan kuat tekan beton, dimana kuat tekan maksimum terjadi pada umur beton 28 hari.
3. Dari hasil pengujian, untuk penambahan abu ampas tebu pada campuran beton dengan perendaman air kapur mengalami peningkatan kuat tekan beton dibandingkan beton normal dengan perendaman air tawar, dikarenakan semakin banyak penambahan abu ampas tebu dengan perendaman dengan air kapur maka nilai kuat tekan beton meningkat, sebaliknya jika semakin banyak abu ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton normal, yaitu kesalahan pada pembuatan beton seperti kurangnya penusukan atau pemadatan pada saat pembuatan dan faktor perawatan beton dengan air tawar.

5.2. Saran

1. Pengisian Abu Ampas Tebu sebagai pengganti semen pada campuran beton dengan perendaman air kapur, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

2. Selama proses pembuatan/pencampuran beton, sebaiknya jangan terlalu cepat untuk mendapatkan campuran yang benar-benar menyatu secara keseluruhan.
3. Pada saat pengerjaan diusahakan pada proses pemadatan untuk setiap sampel dilakukan dengan secara konsisten agar dapat pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapat hasil yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artika¹, A., & Herista³, F. (2021). *Analisis Substitusi Arang Tempurung Kelapa Pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu $F'c$ 16,6 Mpa. Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1*
- ASTM C 125-07. (2009). Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. *Annual Book of ASTM Standards*, 1–5. <https://acortar.link/GmLo2x>
- Eko Bagus Saputra. (n.d.). *Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Beton Normal*.
- ICHWAN, M. T. (2023). *Penggunaan Pecahan Tempurung Kelapa Dan Sikament-NN Sebagai Variasi Komposisi Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*.
- Kurniawan, R., Muda, T., Jendral Yani Lr Gotong Royong, J. A., & Palembang, U. (2023). *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton K-250. VIII No. 1*, 43–49.
- Kusnan, I. (n.d.). *TIM EJOURNAL Ketua Penyunting: Penyunting: Mitra bestari*.
- Luky Indra Gunawan. (n.d.). *Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Beton Normal*.
- Popovich, S. (1995). *Hidrasi Air Pada Kuat Tekan Beton Universitas Islam Indonesia*.
- Prasetyo, D. P. (2014). *Perbandingan Pemakaian Air Kapur dan Air Tawar serta Pengaruh Perendaman Air Garam dan Air Sulfat Terhadap Durabilitas High Volume Fly Ash Concrete*.
- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). *Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas*. In *Jurnal Sipil Statik* (Vol. 1, Issue 2).
- SNI 03-2834. (2000). *Standar Nasional Indonesia Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Standar Nasional Indonesia*. (n.d.).
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–6.

- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 1–128.*
- SNI 1969:2016. (2016). *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. www.bsn.go.id*
- SNI 1970:2016. (2016). *Standar Nasional Indonesia Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. www.bsn.go.id*
- SNI 1973:2008. (2008). *Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton.*
- SNI ASTM C136:2012. (2012). *Metode uji untuk analisis saringan angregat halus dan agregat kasar (ASTM C 136-06, IDT). www.bsn.go.id*
- SNI-1971-2011. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. SNI-1974-2011. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*
- Trimurtiningrum, R. (2018). *Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya Januari, 03(01), 1–6.*

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: Mix Design



Lampiran 6: Pengujian Slump



Lampiran 7: Perendaman Sampel dengan Air Kapur



Lampiran 8: Sampel yang telah dicaping



Lampiran 10: pengujian kuat tekan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : Angga Iswandy Dalimunthe
Panggilan : Angga
Tempat/Tanggal Lahir : Kotanopan, 17 Oktober 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Perniagaan No.12 Kotanopan
Agama : Islam
Nama Orang Tua

Ayah : Awaluddin Dalimunthe
Ibu : Annisa
No. HP : 082191629183
E-mail : anggadalinunthe789@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 2007210118
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi :
Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3
Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	SD	SD Negeri 190 Kotanopan
2.	SMP	SMP Negeri 1 Kotanopan
3.	SMA	SMA Negeri 2 Sipirok
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020	