

**ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI
ABU SEKAM PADI DAN SUPERPLASTICIZER PADA
PERENDAMAN AIR LAUT
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

HANNA ZAHRA SALILA RITONGA

2107210140



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hanna Zahra Salila Ritonga

NPM : 2107210140

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Abu Sekam Padi
dan *Superplasticizer* pada Perendaman Air Laut

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 SKRIPSI

Medan, 12 September 2025

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., IPM

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Hanna Zahra Salila Ritonga

NPM : 2107210140

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Abu Sekam Padi
dan *Superplasticizer* pada Perendaman Air Laut

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, 12 September 2025

Mengetahui Dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., IPM

Dosen Penguji I



Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., Ph.D

Dosen Penguji II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanna Zahra Salila Ritonga

NPM : 2107210140

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Abu Sekam Padi dan *Superplasticizer* pada Perendaman Air Laut ”

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

Bila kemudian hari diduga kuat dan ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan 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, 12 September 2025

ya yang menyatakan



Hanna Zahra Salila Ritonga

ABSTRAK

ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI ABU SEKAM PADI DAN SUPERPLASTICIZER PADA PERENDAMAN AIR LAUT

Hanna Zahra Salila Ritonga
2107210140

Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., M.Sc, Ph.D

Beton merupakan material utama dalam pembangunan infrastruktur, namun tingginya kebutuhan semen Portland menimbulkan dampak lingkungan melalui emisi CO² yang signifikan. Upaya pengurangan penggunaan semen dapat dilakukan melalui pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan substitusi mengingat produksi abu sekam padi di Indonesia sangat banyak karena merupakan pangan pokok masyarakat, serta penambahan *superplasticizer* seperti Sikacim *Concrete Additive* untuk meningkatkan kinerja beton. Melihat geografis Indonesia yang terdiri dari daratan dan lautan yang sangat luas sehingga kondisi lingkungan yang berpotensi terpapar intrusi air laut sangatlah besar, penelitian ini difokuskan pada kombinasi abu sekam padi dan Sikacim *Concrete Additive* dalam upaya memperoleh beton yang lebih kuat dan tahan terhadap lingkungan agresif. Substitusi abu sekam padi yang ditambahkan sebesar 10% dari jumlah berat semen. Sedangkan untuk Sikacim *Concrete Additive* sebesar 0,9%. Air laut digunakan sebagai cara perawatan dengan perendaman beton selama 28 hari untuk dapat membandingkannya dengan perendaman dengan air tawar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga variable baru tersebut berpengaruh pada kuat tekan beton. Untuk beton normal di dapatkan kuat tekan sebesar 11,48 MPa. Variasi beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi terdapat pada variasi BAP+SK AL dengan kuat tekan sebesar 12,35 MPa, BSK dengan kuat tekan 13,89 MPa, dan yang paling tinggi Adalah BSK AL dengan kuat tekan 16,15 MPa. Dari hasil ini didapat Kesimpulan bahwa dari dari hasil ini didapat kesimpulan bahwa abu sekam padi akan mengikat lebih kuat ketika ditambah dengan Sikacim, hal ini di karenakan kandungan silica pada abu sekam padi yang rendah sehingga menyerap banyak air. Namun, dengan perendaman air laut kuat tekan betonnya lebih baik dikarenakan abu sekam padi tidak menyerap air sebanyak di perendaman air tawar.

Kata Kunci: Beton, abu sekam padi, sikacim *concrete additive*, perendaman, air laut, air tawar, kuat tekan

ABSTRACT

ANALYSIS OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH WITH SUBSTITUTION OF RICE HUSK ASH AND SUPERPLASTICIZER IN SEA WATER IMMERSION

Hanna Zahra Salila Ritonga

2107210140

Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., M.Sc, Ph.D

Concrete is the primary material used in infrastructure development, but the high demand for Portland cement has a significant environmental impact due to CO² emissions. Efforts to reduce cement use can be made by utilizing rice husk ash as a substitute material, given that rice husk ash production in Indonesia is very high because rice is a staple food for the population, as well as by adding superplasticizers such as Sikacim Concrete Additive to improve concrete performance. Given Indonesia's vast geographical expanse of land and sea, which makes it highly susceptible to seawater intrusion, this study focuses on the combination of rice husk ash and Sikacim Concrete Additive to produce stronger concrete that is resistant to aggressive environments. Rice husk ash was substituted at a rate of 10% of the cement weight, while Sikacim Concrete Additive was added at 0.9%. Seawater was used as a treatment method by immersing the concrete for 28 days to compare it with immersion in fresh water. The results of this study indicate that the three new variables affect the compressive strength of concrete. For normal concrete, the compressive strength was 11.48 MPa. Variations in concrete with higher compressive strength were found in the BAP+SK AL variation with a compressive strength of 12.35 MPa, BSK with a compressive strength of 13.89 MPa, and the highest was BSK AL with a compressive strength of 16.15 MPa. From these results, it can be concluded that rice husk ash binds more strongly when combined with Sikacim, as the low silica content in rice husk ash causes it to absorb a significant amount of water. However, when soaked in seawater, the compressive strength of the concrete is better because rice husk ash does not absorb as much water as when soaked in freshwater.

Keywords: Concrete, rice husk ash, sikacim concrete additive, immersion, seawater, fresh water, compressive strength

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaarakatuh

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan ucapan Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan dan karunia-Nya yang tak terhingga. Yang mana salah satu karunia tersebut ialah penulis yang telah berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Substitusi Abu Sekam Padi Dan Superplasticizer Pada Perendaman Air Laut” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama proses penyelesaian tugas akhir ini tentunya banyak pihak yang turut serta secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan. Sehingga dalam kesempatan kali ini, pada lembaran ini saya haturkan terima kasih sebesar-besarnya dan setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan dukungan serta bantuan dalam membimbing dan mengarahkan penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji I yang telah membantu membrerikan saran serta masukkan demi kelancaran penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T., Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan memberi masukkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Ibunda tersayang Nurlela Br. Silalahi yang tidak pernah berhenti mendo'akan, ikut berjuang, serta selalu memberikan kasih sayang dengan kelembutan dan penuh cinta dalam memotivasi dan mendukung penulis hingga mampu bertahan dan menyelesaikan studi.
9. Ayahanda tercinta Salikin Ritonga yang selalu berjuang untuk keberlangsungan hidup penulis, memberikan kasih sayang dan cintanya yang tiada henti kepada penulis hingga mampu bertahan dan menyelesaikan studi.
10. Kedua kakak penulis Hardiana Salila Ritonga dan Hairani Salila Ritonga dan kedua adik penulis Hattama Amirah Salila Ritonga dan Haryanti Salila Ritonga yang telah kebersamai penulis, memberikan dukungan dan motivasi serta saling mendo'akan.
11. Teman baik penulis Dhea Puspita Siregar yang selalu mendukung secara materi maupun mental dan menemani dalam perkuliahan hingga penyelesaian laporan tugas akhir ini.
12. Teman berproses penulis sejak SMA Fariz Aulia Abdillah yang telah banyak memabntu dan mendukung di setiap hari-hari penulis serta penyelesaian tugas akhir ini.
13. Rekan seperjuangan Kelas C1 Pagi Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2021 yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjani perkuliahan.

Terimakasih sekali lagi saya ucapkan telah menjadi bagian dari kisah yang tidak akan terlupakan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu,

penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

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

Medan, 12 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,

Hanna Zahra Salila Ritonga

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton	6
2.2 Bahan Penyusun Campuran Beton	7
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Agregat	8
2.2.3 Air	9
2.2.4 Bahan Tambah	10
2.3 Abu Sekam Padi	10
2.4 Superplasticizer	11
2.5 Perendaman Air Laut	12
2.6 Slump test	13

2.7 Kuat Tekan	14
2.8 Penelitian Terdahulu	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.1.1 Data Primer	17
3.1.2 Data Skunder	18
3.2 Bagan Alir Penelitian	19
3.3 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	20
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.4.1 Peralatan	20
3.4.2 Bahan	21
3.5 Desain dan Jumlah Benda Uji	22
3.6 Persiapan Penelitian	23
3.7 Tahapan Pengujian	23
3.7.1 Pengujian Analisa Saringan	23
3.7.2 Pengujian Spesific Gravity Agregat (Berat Jenis)	24
3.7.3 Pengujian Berat Isi	26
3.7.4 Pengujian Kadar Air	27
3.7.5 Pengujian Kadar Lumpur	27
3.9 Pembuatan Benda Uji	28
3.10 Slump Test	29
3.11 Perendaman Benda Uji	30
3.12 Pengujian Kuat tekan	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Umum	31
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	31
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus	31
4.2.2 Kadar Air Agregat Halus	32
4.2.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33
4.2.4 Berat Isi Agregat Halus	34
4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	35

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	35
4.3.2 Kadar Air Agregat Kasar	36
4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	37
4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar	38
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	39
4.4 Perencanaan Campuran Beton	39
4.4.1 Langkah Perhitungan	40
4.5 Kebutuhan Material	46
4.6 Pengujian Slump (Slump Test)	47
4.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu sekam padi	11
Gambar 2.2 Sikacim <i>concrete additive</i>	12
Gambar 2.3 Air laut	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	19
Gambar 3.2 Ilustrasi benda uji	29
Gambar 4.1 Grafik nilai slump pada beton	47
Gambar 4.3 Kuat tekan beton rata-rata	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	15
Tabel 3.1 Peralatan pembuatan benda uji	20
Tabel 3.2 Komposisi campuran dan perendaman benda uji	22
Tabel 4.1 Pengujian analisa saringan agregat halus	31
Tabel 4.2 Kadar air agregat halus	32
Tabel 4.3 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus	33
Tabel 4.4 Pengujian berat isi agregat halus	34
Tabel 4.5 Pengujian kadar lumpur agregat halus	35
Tabel 4.6 Pengujian analisa saringan agregat kasar	36
Tabel 4.7 Pengujian kadar air agregat kasar	36
Tabel 4.8 Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	37
Tabel 4.9 Pengujian berat isi agregat kasar	38
Tabel 4.10 Pengujian kadar lumpur agregat kasar	39
Tabel 4.11 Data kebutuhan mix design	40
Tabel 4.12 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	40
Tabel 4.13 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton	42
Tabel 4.14 Volume agregat kasar per satuan volume beton	43
Tabel 4.15 Perkiraan awal berat beton segar	44
Tabel 4.16 Perbandingan berat bahan	45
Tabel 4.17 Nilai <i>slump test</i>	47
Tabel 4.18 Nilai kuat tekan beton	49

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
SK	= Sikacim Concrete Additive
AL	= Air Laut
F'_c	= Kuat Tekan Beton
V	= Volume
R_2	= Jari-jari
t	= Tinggi
A	= Berat Benda Uji Kering Oven
B	= Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan di Udara
C	= Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan Dalam Air
S	= Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan
D	= Berat Isi Beton
M_c	= Berat Wadah Ukur yang diisi Agregat
M_m	= Berat Wadah Ukur
V_m	= Volume Wadah Ukur.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan campuran dari material yang terdiri atas agregrat kasar (kerikil), agregrat halus (pasir) dan semen serta air sebagai katalis untuk mereaksikan campuran tersebut. Besarnya kebutuhan beton yang mencapai 22,2 juta meter kubik per tahun membuktikan bahwa konstruksi beton mempunyai peran penting dalam pembangunan infrastruktur dan berdampak pada tingginya permintaan material pembentuk beton terutama semen yang merupakan material paling mahal di antara material lain pembentuk beton (Yulianto dan Mukti, 2015)

Produksi dan penggunaan semen dalam bentuk semen Portland (PC) merupakan sumber kekhawatiran lingkungan. Semen Portland dianggap sebagai salah satu kontributor utama emisi CO₂ di industri konstruksi. Secara global, semen menyumbang sekitar 7% dari total emisi CO₂ dunia (Alsaed dan Al Mufti, 2024). Sehingga dibutuhkan pengembangan inovasi komponen beton perlu dilakukan untuk mengikuti kondisi yang ada saat ini, yaitu pengembangan inovasi bersifat mengurangi pemakaian semen yang berlebihan (Safarizki dkk., 2021). Penggunaan serat alami sebagai campuran dalam beton sudah semakin meluas. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan serat ke dalam beton konvensional mampu meningkatkan karakteristik beton secara signifikan (ASTM, 2017)

Indonesia merupakan negara dengan penduduk dengan kebutuhan pangan pokoknya adalah nasi yang berasal dari padi. Karena itu hasil sisa dari pengolahan padi begitu banyak. Abu sekam padi merupakan salah satu yang dihasilkan. Produksi abu sekam padi melalui pembakaran terbuka memiliki kandungan karbon yang tinggi, yang mempengaruhi sifat beton dan juga menyebabkan bentuk kristalin yang tinggi pada struktur (Siddika dkk., 2018)

Lakum (2009); Kencanawati dan Merdana (2012) serta Susanti (2003) juga melakukan penelitian dengan menggunakan abu sekam padi yang juga

mengandung kandungan silica diatas 80% (Muntohar AS, 2008) sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton dengan hasil meningkatnya kuat tekan, porositas mengecil dan daya serap airnya turun pada campuran abu sekam padi 10% dari berat semen yang ditambahkan (Yulianto dan Mukti, 2015).

Air laut adalah salah satu penyebab kegagalan pada struktur bangunan. Intrusi air laut dapat memberikan efek yang merugikan untuk komponen struktural konstruksi bangunan. Inovasi dibidang teknologi material beton, salah satunya adalah memperbaiki sifat-sifat beton diantaranya dapat dilakukan dengan penambahan bahan tertentu yaitu *admixture* atau *additive* ke dalam campuran beton (Zulkarnain dan Kamil, 2021). Salah satu bahan additive yang dapat digunakan adalah sikacim. Sikacim *concrete additive* merupakan *superplasticizer* jenis cair yang dapat mempercepat pengerasan beton (Aulia dan Zulkarnain, 2020)

Penggunaan bahan tambahan Sikacim *Concrete Additive* dalam campuran beton terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton sesuai perencanaan. Peningkatan tertinggi pada kuat tekan beton umur 28 hari terjadi saat bahan tambahan ini ditambahkan sebesar 0,7% dari berat semen, disertai dengan pengurangan kadar air sebanyak 15% dari jumlah awal. Namun, ketika dosis Sikacim ditingkatkan menjadi 1%, kuat tekan beton justru mengalami penurunan. Oleh karena itu, disarankan penggunaan Sikacim Concrete Additive berada dalam kisaran lebih dari 0,5% namun kurang dari 1% dari berat semen (Mulyati dan Adman, 2019). Kemudian, pada penambahan 0,8% dari berat semen dapat meningkatkan kuat geser beton hingga 10% dari beton balok normal dengan variasi penelitian pada substitusi agregat halus dengan pasir pantai (Aulia dan Zulkarnain, 2020)

Penelitian terhadap abu sekam padi terhadap uji beton telah dilakukan dan menghasilkan kualitas beton yang lebih baik pada persentase tertentu. Namun kombinasi dari abu sekam padi pada beton di daerah Sumatera Utara dengan kandungan silica tertentu terhadap uji kuat tekan beton masih terbatas. Sikacim *additive concrete* digunakan sebagai bahan tambah yang diharapkan mampu mengoptimalkan kekuatan dan ketahanan beton di lingkungan yang agresif. Daerah Sumatera Utara khususnya Medan merupakan daerah yang cukup dekat

dengan pantai yaitu arah timur dari pulau sumatera sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan persentase campuran yang tepat untuk beton yang lebih optimal dan perngaruh kuat tekannya terhadap air laut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim?
2. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim pada rawatan perendaman air laut dan air tawar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim yang lebih optimal pada perendaman air laut atau air tawar.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton
2. Kuat tekan rencana adalah 25 Mpa
3. Abu sekam padi yang digunakan adalah 10% dari komposisi semen
4. Sikacim Concrete Additive yang ditambahkan adalah 0,9 % dari berat semen
5. Semen yang digunakan adalah Semen Portland
6. Umur beton yang diuji adalah 28 hari
7. Perawatan beton dengan perendaman air laut dan air tawar

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bahwa abu sekam padi dan sikacim sebagai substitusi semen dapat memberikan peningkatan kualitas pada beton, dengan sikacim sebagai bahan kimia tambahan pada beton yang dapat meningkatkan kuat tekan beton. Serta dapat memberikan suatu pandangan dan bukti nyata tentang penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi semen karena cara mendapatkannya mudah dan harganya relatif murah, sehingga diharapkan dapat digunakan pada tahap pelaksanaan dilapangan dan dapat memberikan perkembangan terhadap teknologi beton. Perendaman pada air laut diharapkan dapat menjadi rujukan pada pembangunan yang terdapat di lingkungan yang lebih agresif.

1.6 Metodologi Penelitian

A. Pengumpulan Data

1. Data primer adalah data-data yang diperoleh langsung dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium
2. Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dari sumber sumber yang terkait seperti teknis SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM serta buku buku literatur sebagai penunjang untuk memperkuat penelitian yang dilakukan

B. Analisa Data

1. Setelah data-data yang perlu dilakukan terkumpul, kemudian dilakukan analisa data
2. Adapun metode perencanaan campuran menggunakan metode SNI

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman, sistematika penulisan ini disusun dalam beberapa bab yaitu sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi dan sistematika

penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan tentang teori berupa pengertian dan landasan teori dari penelitian sebelumnya yang memaparkan teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisikan tentang diagram alir penelitian ,peralatan,bahan-bahan,pembuatan sampel uji ,dan pengumpulan sampel

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan tentang hasil penelitian dan menganalisis data yang diperoleh dari penelitian

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian yang sudah dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah salah satu material konstruksi yang terdiri atas campuran agregat kasar (seperti kerikil atau batu pecah), agregat halus (seperti pasir), bahan pengikat (seperti semen portland), air, serta aditif atau bahan tambahan lainnya yang berfungsi meningkatkan karakteristik tertentu. Setelah dicampur, beton mengalami proses pengerasan atau pemadatan melalui reaksi kimia antara semen dan air, yang dikenal sebagai proses hidrasi. Beton memiliki keunggulan seperti kekuatan tekan yang tinggi, daya tahan terhadap cuaca ekstrem, serta fleksibilitas dalam mencetak bentuk yang diinginkan.

Berdasarkan SNI-03-2847-2002 beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari. Dalam beberapa kondisi, kekuatan beton dapat terus bertambah hingga tahun pertama, tergantung pada bahan tambahan yang digunakan dalam campurannya.

Beton dapat mengandung rongga udara, baik yang terperangkap secara alami maupun yang sengaja dimasukkan melalui penggunaan bahan tambahan tertentu. Bahan tambah kimia berfungsi untuk mengatur sifat beton, seperti mempercepat atau memperlambat proses pengerasan, mengurangi kebutuhan air, menambah kekuatan, atau mengubah sifat-sifat lainnya sesuai kebutuhan.

Beton adalah salah satu material utama yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan seperti pada gedung, jalan raya, jembatan, dll. Material ini banyak diminati karena memiliki berbagai keunggulan dibandingkan bahan lainnya, seperti kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan terhadap suhu tinggi, dan sifat tahan api. Namun, beton juga memiliki kelemahan, terutama ketika digunakan pada lingkungan yang agresif. Kondisi lingkungan yang agresif sangat

berkaitan dengan durabilitas, yang merupakan salah satu aspek penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan material konstruksi (Zulkarnain, 2021)

2.2 Bahan Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dipengaruhi oleh pemilihan bahan penyusun yang berkualitas, proporsi campuran yang akurat, metode pengerjaan dan perawatan beton yang tepat, serta penggunaan bahan tambahan dalam jumlah optimal. Komponen utama penyusun beton meliputi semen, agregat, air, dan biasanya bahan tambahan atau material pengisi (Zulkarnain, 2021)

2.2.1 Semen

Semen merupakan salah satu komponen utama dalam material konstruksi bangunan yang berperan sebagai pengikat bahan lainnya. Selain itu, semen berfungsi untuk merekatkan agregat serta mengisi rongga di antara butiran agregat, sehingga membentuk struktur yang kokoh dan solid (Putra dan Alfanti, 2022)

Menurut (Passa dan Safitri, 2021) semen Portland terbagi menjadi lima tipe yaitu sebagai berikut.

1. Tipe I

Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada tipe yang lain. Semen tipe 1 ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen Portland.

2. Tipe II

Semen tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini:

- a. Pelabuhan
- b. Pondasi atau basement dimana tanah atau air tanah terkontaminasi oleh sulfat
- c. Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- d. Saluran air bangunan atau limbah

3. Tipe III

Semen dengan tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini:

- a. Beton pracetak
- b. Bangunan yang membutuhkan pembongkaran bekisting yang cepat
- c. Perbaikan beton
- d. Pembetonan di daerah dingin

4. Tipe IV

Semen dengan tipe ini memiliki kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan seperti konstruksi, *basement*, dan bangunan pada daerah panas

5. Tipe V

Semen tipe ini sama dengan semen tipe 2 dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat.

Kandungan semen berturut-turut mulai dari yang terbanyak yaitu kalsium (II) oksida (CaO), silika (IV) oksida (SiO_2), aluminium (III) oksida (Al_2O_3), besi (III) oksida (Fe_2O_3) dan komponen minor lainnya, salah satunya adalah kalsium (II) sulfat (CaSO_4) (MacLaren, 2003). Akan tetapi, karena proses pembuatan semen dari bahan-bahan bakunya menggunakan temperatur yang sangat tinggi (melebihi 1200°C), beberapa komponen tersebut bergabung dengan sesamanya menghasilkan bermacam-macam campuran fase padat terutama trikalsium silikat ($3\text{CaO}.\text{SiO}_2$), dikalsium silikat ($2\text{CaO}.\text{SiO}_2$), trikalsium aluminat ($3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$) dan tetrakalsium aluminoforit ($4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$) (Siddika dkk.,2018)

2.2.2 Agregat

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, agregat adalah material granular seperti pasir, kerikil, batu pecah, atau kerak tungku pijar yang digunakan bersama media pengikat untuk membentuk beton atau adukan semen hidrolis.

Menurut (Hermawan 2018), berdasarkan ukurannya agregat terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat berupa kerikil hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu kerikil.

Agregat kasar merupakan agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya tertahan di ayakan 4,75 mm (No.4 sesuai standart ASTM).

Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dan agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat alkali.

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah material pengisi berupa pasir alam hasil pelapukan alami batuan (*natural sand*) atau pasir buatan yang diperoleh melalui proses pemecahan batuan (*artificial sand*), dengan ukuran partikel antara 0,15 mm hingga 5 mm. Agregat halus yang berkualitas harus bebas dari kandungan bahan organik, lempung, partikel halus yang lolos dari saringan No. 200, atau material lain yang berpotensi merusak kualitas beton.

Menurut (PBI, 1971) syarat-syarat agregat halus yang dapat digunakan, antara lain:

- a. Pasir terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Bersifat kekal artinya tidak mudah lapuk oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah bagian-bagian yang bisa melewati ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5%, maka harus dicuci. Khususnya pasir untuk bahan pembuat beton.
- c. Tidak mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder.

2.2.3 Air

Air memegang peranan penting dalam proses pembuatan beton, karena berfungsi sebagai media yang bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta yang mengikat agregat. Kualitas dan jumlah air yang digunakan juga memengaruhi kekuatan tekan beton. Penggunaan air yang berlebihan dapat mengurangi kekuatan beton dan menyebabkan terjadinya *bleeding*. *Bleeding* terjadi ketika air bersama partikel semen bergerak naik ke permukaan beton segar yang baru saja dituangkan, sehingga dapat memengaruhi homogenitas dan kualitas akhir beton. Jika air dalam adukan beton lebih dari ketentuan akan mengakibatkan mengurangnya kekuatan beton, hal tersebut dapat membuat beton

lebih rentan terhadap retak dan pecah, menghasilkan permukaan yang tidak rata, serta memperpanjang waktu pengeringan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan takaran air yang tepat dalam proses pencampuran beton. Syarat mutu air menurut SK SNI S-04-1989 F, spesifikasi bahan bangunan bagian A, air yang dapat digunakan sebagai campuran beton:

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.

2.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan bahan-bahan yang bukan bahan utama dari beton yang ditambahkan dengan tujuan memperkuat beton, mempercepat pengerasan beton, dan juga mengubah sifat beton agar sesuai dengan kebutuhan konstruksinya. Namun, bahan tambah ini harus dilakukan pada proses pembuatan beton secara langsung dengan benar-benar memperhatikan efek dari kualitas beton, bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit sehingga tidak merusak kualitas beton awal.

2.3 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan salah satu yang bisa dijadikan bahan tambah pengganti sebagian semen pada beton. Penggunaan abu sekam padi ini meningkatkan kekuatan tekan dan tarik beton dengan cara mengisi pori-pori dalam struktur beton. Bahan tambahan seperti abu sekam padi dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Penggunaan abu sekam padi ini meningkatkan kekuatan tekan dan tarik beton dengan cara mengisi pori-pori dalam struktur beton (Zulkarnain dan Maulidza, 2024)



Gambar 2.1: Abu sekam padi (Kampus Tani, 2022).

Sekam padi dihasilkan dalam jumlah jutaan ton per tahun sebagai bahan sampingan dari proses pertanian dan industri. Setelah pembakaran sempurna sekam padi, dihasilkan 20–25% abu sekam padi berdasarkan berat. Penggunaan abu sekam padi dalam beton sebagai pengganti sebagian semen meminimalkan biaya konstruksi beton dan membantu memudahkan daur ulang limbah yang dihasilkan dari pembakaran atau pembakaran sekam padi yang digunakan dalam proyek pertanian dan industri serta membantu mengurangi polusi CO₂ dari proses produksi semen. Abu sekam padi telah berhasil digunakan sebagai pozzolan dalam produksi komersial di sejumlah negara termasuk Kolombia, Thailand, dan India (Siddika dkk., 2018)

2.4 Superplasticizer

Dalam penelitian ini, bahan tambahan yang digunakan adalah *Superplasticizer* jenis Sikacim. Sikacim *concrete additive* berfungsi sebagai pengisi pori-pori beton, mempermudah pengecoran, mempercepat proses pengerasan beton dengan kadar air berkurang sampai 15%, dan mengurangi keropos pada beton (Mulyati dan Adman, 2019)



Gambar 2.2: Sikacim *concrete additive* (Sika Indonesia, 2024).

Penggunaan sikacim concrete additive 1% kuat tekan beton mulai menurun, sehingga pemakaian sikacim concrete additive disarankan besar dari 0,5% dan kecil dari 1% dari berat semen. Sikacim *Concrete Additive* merupakan bahan kimia berbentuk cairan dengan jenis superplasticizer yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan pada beton (Aulia dan Zulkarnain, 2020)

2.5 Perendaman Air Laut

Air laut merupakan campuran yang terdiri dari sekitar 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya, seperti garam, bahan organik, serta partikel tak terlarut. Kadar garam rata-rata dalam air laut mencapai sekitar 35.000 ppm atau 35 gram per liter, yang berarti setiap 1 liter air laut (1000 ml) mengandung 35 gram garam. Unsur kimia utama dalam air laut meliputi klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), dan sulfat (SO₄). Nilai pH air laut umumnya berkisar antara 7,5 hingga 8,5 (Zulkarnain dan Kamil, 2021)

Pengaruh kimiawi air laut terhadap perendaman pada beton terutama disebabkan oleh serangan magnesium sulfat (MgSO₄), yang diperparah oleh keberadaan klorida di dalamnya. Reaksi ini dapat menghambat perkembangan kekuatan beton. Fenomena ini umumnya dikategorikan sebagai bagian dari serangan sulfat oleh air laut, yang menyebabkan beton tampak keputih-putihan.



Gambar 2.3: Air laut (Dokumentasi Penulis, 2025).

Selain itu, beton dapat mengalami pengembangan, yang diawali dengan spalling (kerusakan berupa pengelupasan) dan retak. Pada akhirnya, bagian beton yang terkena serangan sulfat akan melunak dan membentuk lapisan menyerupai lumpur. Sebenarnya serangan Magnesium Sulfat (MgS) perlu mendapat perhatian, sebab jika bereaksi dengan Calcium Sulfat akan bersifat ambivalen; di satu pihak kekuatan reaksinya menghasilkan gypsum yang sifatnya menguntungkan semen, tapi di lain pihak reaksi MgS dengan calcium Hidroksida yang bercampur dengan hidrat silica sebagai hasil dari reaksi dengan gel semen, sejenis material yang sifatnya memiliki daya rekat. Material ini sifatnya tidak memiliki kemampuan rekat seperti halnya material semen (Wedhanto, 2017).

2.6 *Slump test*

Berdasarkan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971), pengujian *slump* bertujuan untuk menentukan tingkat kemudahan pengerjaan beton, yang dinyatakan dalam nilai tertentu. *Slump* diartikan sebagai besarnya penurunan tinggi pada bagian tengah permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* dilepaskan.

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan alat berbentuk kerucut terpancung yang memiliki diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm serta dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm. Pengisian dilakukan

dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat ke atas secara vertikal dan slump dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat (Ubaidi dan Pratiwi, 2023)

Nilai *slump* dipengaruhi oleh faktor air-semen (*fas*). Semakin tinggi rasio air terhadap semen, maka nilai *slump* juga akan meningkat, karena penggunaan air yang lebih banyak dan semen yang lebih sedikit menghasilkan pasta semen yang lebih encer. Hal ini menyebabkan nilai *slump* lebih besar. Semakin tinggi nilai *slump* pada pengujian, semakin mudah adukan beton untuk dikerjakan.

2.7 Kuat Tekan

Dengan (SK SNI T-15-1991-03) dan (SNI 03-1970-1990), kuat tekan beton dinotasikan dengan f'_c , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari. Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

- Mutu beton dengan f'_c kurang dari 10 Mpa, digunakan untuk beton non struktural (misalnya: kolom praktis, balok praktis).
- Mutu beton dengan f'_c antara 10 Mpa sampai 20 Mpa, digunakan untuk beton struktural (misalnya: balok, kolom, pelat, maupun pondasi).
- Mutu beton dengan f'_c sebesar 20 Mpa ke atas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa

Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar SNI 1974-2011. Kuat tekan setiap benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Kekuatan tekan beton dihitung sebagai rasio antara beban yang diterima dengan luas penampang beton :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$f'c$: kuat tekan saat pengujian

P : Beban tekan (Kg)

A : Luas penampang (cm²)

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu.

No	Judul	Kesimpulan
1	Study on concrete with rice husk ash (Siddika dkk., 2018)	Beton dengan kekuatan paling optimum dicapai pada pemeliharaan hingga 28 hari, dengan variasi campuran abu sekam padi 10% dengan uji kuat tekan naik 2,5% dari beton normal. Namun, pada uji kuat lentur dan kuat tarik, kekuatan beton dengan penambahan abu sekam padi yang semakin besar, akan menurun. Hal ini diakibatkan reaksi kimia dari abu sekam padi yang menyerap air berlebihan.
2	The Effects of Rice Husk Ash as Bio-Cementitious Material in Concrete (Alsaed dan Al Mufti, 2024)	Penambahan abu sekam padi dalam beton dapat meningkatkan kekuatannya pada 1-28 hari untuk persentase penggantian 5% hingga 20% (berkisar antara 2,4% hingga 18,7% peningkatan). Penambahan abu sekam padi juga membuat beton lebih ringan dibanding beton normal, dengan kepadatan yang lebih rendah dan kekuatan yang lebih optimal. Abu sekam padi yang digunakan mengandung silica yang cukup tinggi yaitu 84%.

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No.	Judul	Kesimpulan
3	Uji Kuat Geser Beton dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Sikacim Concrete Additive sebagai Bahan Tambah (Aulia dan Zulkarnain, 2020)	Beton pasir pantai ditambah sikacim concrete additive 0,8%, nilai kuat geser mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena sikacim concrete additive mampu meningkatkan sifat-sifat beton.
4	Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut (Zulkarnain dan Kamil, 2021)	Hasil perpaduan antara beton dengan bahan tambah sica fume seluruhnya berpengaruh positif pada kekuatan tekan beton. Hasil yang didapat beton yang diberi sica fume memiliki kuat tekan yang lebih baik dari beton normal. Beton dengan bahan tambah sica fume tersebut beton yang direndam di air tawar mengalami kenaikan kuat tekan dan mengalami penurunan kuat tekan pada rendaman air laut.
5	Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut, Air Tawar, Air Sungai Dan Air Kapur (Muwardin dkk., 2019)	Hasil uji kuat tekan maksimum dari tiap variasi air perendaman adalah perendaman air sungai sebesar 24,06 N/mm ² , perendaman air sumur sebesar 21,15 N/mm ² , perendaman air kapur sebesar 21,29 N/mm ² dan perendaman air laut sebesar 23,27 N/mm ² .

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan membuat suatu percobaan untuk menghasilkan data, kemudian mengolah dan menganalisa data tersebut. Penelitian diawali dengan persetujuan penelitian ini yang berjudul “analisis kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim pada perendaman air laut” dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Langkah selanjutnya adalah studi literatur, untuk mencari referensi-referensi dalam melakukan penelitian, seperti jurnal, artikel ilmiah, penelitian terdahulu, dan inovasi peneliti dalam memadukan kandungan bahan tambah pada beton, serta metode rawatan yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Penelitian dengan eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Kemudian uji kuat tekan sampel akan dilakukan di Laboratorium Universitas Sumatera Utara. Dalam penelitian ini metodologi merupakan panduan kegiatan dalam pengumpulan data.

3.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136-2012)
2. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1970-2016)
3. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus (SNI 1970-2016)
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973-2008)
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971-2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4142-1996)
7. Perbandingan campuran beton (mix design) (SNI 7656-2012)

8. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2393-2011)
9. Kekentalan adukan beton segar (Slump) (SNI 1972-2008)
10. Uji kuat tekan beton (SNI 1974-2011)

3.1.2 Data Skunder

Data Sekunder adalah data atau informasi yang diperoleh melalui sumber-sumber seperti SNI, buku, artikel, jurnal, konsultasi dengan Dosen Pembimbing yang berhubungan dengan teknis pembuatan beton (literatur).

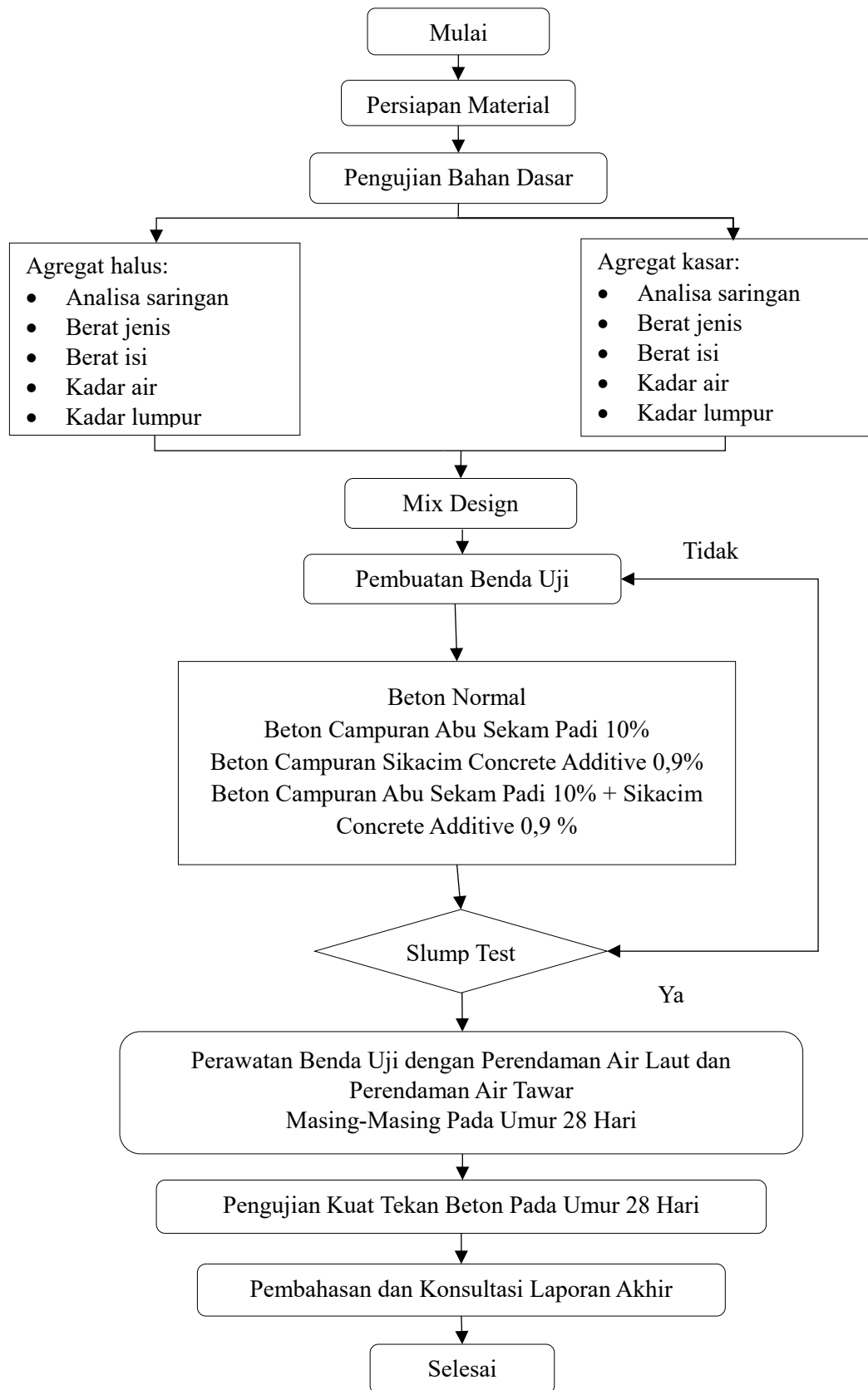
Adapun SNI (Standar Nasional Indonesia) yang dijadikan acuan dalam memperoleh data sekunder penelitian ini sebagai berikut:

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 mengenai cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974-2011 mengenai metode pengujian kuat tekan beton

3.2 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh bahan tambah abu sekam padi sebagai substitusi pengganti semen dan superplasticizer jenis sikacim *concrete additive* serta, perawatan pada beton dengan perendaman air laut pada umur 28 hari terhadap kualitas beton. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukanlah beberapa tahapan kegiatan yang disusun sistematis dalam bentuk gambar diagram alir.

Proses penelitian diawali dengan melakukan studi literatur sebagai landasan teori dan sumber referensi. Selanjutnya persiapan peralatan dan material yang diperlukan, dilanjutkan dengan pengujian karakteristik material, meliputi agregat halus, agregat kasar. Pengujian tersebut mencakup analisis saringan, berat jenis, berat isi, kadar air, serta kadar lumpur pada agregat. Setelah seluruh material melalui tahap pengujian, dilakukan perancangan campuran beton (*mix design*) sesuai dengan ketentuan SNI 7656:2012. Kemudian diuji menggunakan metode *slump test* untuk menilai tingkat kelecakan (*workability*). Apabila hasil pengujian slump memenuhi persyaratan, beton kemudian dilakukan proses perawatan yaitu dengan di rendam pada air laut dan air tawar, setelah mencapai umur 28 hari maka dilakukanlah pengujian kuat tekan. Seluruh tahapan kegiatan tersebut digambarkan secara terstruktur dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian.

3.3 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan. Waktu penelitian ini direncanakan dilakukan pada bulan April-Juli 2025.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Agar memperoleh hasil percobaan yang optimal, diperlukan penggunaan peralatan dan bahan berkualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah daftar peralatan dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini.

3.4.1 Peralatan

Tabel 3.1: Peralata pembuatan benda uji.

No	Nama Alat	Fungsi
1	Concrete Compression Mechine	Menguji kuat tekan beton
2	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Timbangan digital	Untuk menimbang benda uji
5	Ember	Wadah saat penyimpanan benda uji
6	Pan	Wadah saat menyaring agregat
7	Kerucut Abrams	Uji slump test
8	Skrap	Meratakan campuran beton
9	Cetakan silinder	Mencetak benda uji
10	Mixer Beton	Membuat campuran beton
11	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji
12	Mixer Beton	Membuat campuran beton

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

No	Nama Alat	Fungsi
13	Sendok semen	Meratakan campuran beton saat diletakkan pada cetakan
14	Sekop tangan	Mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam cetakan
15	Plastik	Sebagai wadah agregat yang telah disaring
16	Triplek Ukuran 1x2 meter	Alas dalam pengujian slump test
17	Gelas Ukur	Mengukur takaran air
18	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
19	Sarung Tangan	Melindungi tangan
20	Penggaris	Mengukur slump test

3.4.2 Bahan

Sesuai dengan SNI 03-2834-2002, bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland tipe I. Setelah dilakukan pemeriksaan, semen ini tidak menggumpal, berwarna abu-abu dan halus.

2. Agregat Kasar dan Agregat Halus

Dalam penelitian ini, agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari Binjai. Agregat halus digunakan setelah melewati saringan No.4, sedangkan agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm.

3. Air

Air yang digunakan untuk benda uji diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam percobaan ini, air berfungsi dalam proses pengolahan semen menjadi pasta semen yang mampu mengikat agregat serta mengeras setelah proses pengecoran beton.

4. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari abu pembakaran sekam padi petani di daerah Deli Serdang, Sumatera Utara.

5. *Superplasticizer*

Bahan tambah kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah Sikacim. Sikacim yang digunakan adalah *sikacim additive concrete*, didapatkan dari PT Sika Indonesia.

3.5 Desain dan Jumlah Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15×30 cm dengan persentase abu sekam padi 10%. Serta persentase sikacim 0,9%.

Tabel 3.2 : Komposisi campuran dan perendaman benda uji.

No	Kode Benda Uji	Agregat Halus	Agregat Kasar	Semen	Abu Sekam Padi	Sikacim	Perendaman Air Laut	Perendaman Air Tawar	Jumlah sampel	Sumber Rujukan
1	BN	100%	100%	100%	0%	0%	3	3	6	-
2	BAP	100%	100%	90%	10%	0%	3	3	6	(Siddika et al., 2018)
3	BAP+SK	100%	100%	90%	10%	0,9%	3	3	6	
4	BSK	100%	100%	100%	0%	0,9%	3	3	6	(Aulia & Zulkarnain, 2020)
Jumlah									24	

Keterangan:

BN : Beton Normal

BAP : Beton Abu Sekam Padi 10%

BAP+SK : Beton Abu Sekam Padi 10%, Sikacim 0,9%

BSK : Beton + Sikacim 0,9%

AL : Kode Air Laut

3.6 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material berada di lokasi, material dipisahkan sesuai dengan jenisnya untuk mempermudah proses penelitian serta mencegah terkontaminasi satu material dengan material atau bahan lain yang dapat memengaruhi kualitasnya. Selain itu, material yang kotor dibersihkan dari lumpur, dan material yang basah dikeringkan melalui proses penjemuran. Hal ini harus dilakukan sebelum melakukan penelitian agar seluruh material yang akan digunakan menjadi bersih dan terhindar dari gangguan kotoran yang menambah berat ataupun dapat mengkontaminasi material.

3.7 Tahapan Pengujian

Untuk memperoleh hasil yang akurat, dilakukan serangkaian pengujian terhadap material dan bahan dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan sebelumnya sesuai standar pengujian. Adapun tahapan-tahapan pengujian tersebut adalah sebagai berikut.

3.7.1 Pengujian Analisa Saringan

Menurut SNI ASTM C136-2012, rangkaian proses dalam pengujian analisa saringan agregat adalah sebagai berikut:

- a. Bahan uji dikerjakan dalam oven pada suhu 110 ± 5 °C sampai beratnya tidak berubah atau tetap
- b. Saring sampel melalui susunan saringan, dengan saringan ukuran paling besar berada paling atas dan pan di bagian paling bawah. Masukkan agregat dari bagian paling atas saringan, kemudian saringan ditutup dengan penutup saringan. Saringan diguncang selama 15 menit dengan tangan atau mesin pengguncang untuk memastikan hasil ayakan benar-benar terpisah secara merata
- c. Setelah saringan selesai, hitung persentase benda sampel yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

3.7.2 Pengujian *Spesific Gravity* Agregat (Berat Jenis)

Berat jenis agregat merupakan pengujian material yang menghitung perbandingan antara massa dan volume, sedangkan penyerapan menunjukkan pada seberapa banyak air yang dapat diserap oleh material. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis dalam beberapa kondisi, yaitu berat jenis jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*), berat jenis semu (*Apparent*), berat jenis kering oven (*Bulk*), serta penyerapan air pada pasir dan abu batu yang akan digunakan dalam campuran beton. Pada pengujian ini berat jenis agregat kasar dan halus sama-sama mengunakan SNI 1970-2016.

1. Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

Karakteristik berat jenis curah biasanya digunakan untuk menghitung volume agregat dalam berbagai campuran yang mengandung agregat, seperti semen, aspal, dan campuran lain yang diproporsikan atau dianalisis berdasarkan volume absolut. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

a. Agregat Halus

$$\text{Berat jenis curah (S}_d\text{)} = \frac{A}{B+S-C} \quad (3.1)$$

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

B : Berat benda piknometer berisi air (gr)

C : Berat benda piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

S : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

b. Agregat Kasar

$$\text{Berat jenis curah (S}_d\text{)} = \frac{A}{B-C} \quad (3.2)$$

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

B : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan udara (gr)

C : Berat benda uji dalam air (gr)

2. Berat Jenis Jenuh (*Bulk Grafity SSD*)

Perbandingan berat air suling bebas gelembung di udara dengan volume dan suhu yang sama, dibandingkan dengan berat satuan volume yang terdapat

dalam rongga setelah direndam selama 15 hingga 19 jam. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Agregat Halus

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

Keterangan:

B : Berat benda piknometer berisi air (gr)

C : Berat benda piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

S : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

b. Agregat Kasar

$$\text{Berat jenis curah } (S_s) = \frac{B}{B-C} \quad (3.4)$$

Keterangan:

B : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan udara (gr)

C : Berat benda uji dalam air (gr)

3. Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*)

Perbandingan berat per satuan volume bagian terhadap berat di udara pada air suling bebas gelembung dengan volume dan suhu yang sama dengan perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Agregat Halus

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

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

B : Berat benda piknometer berisi air (gr)

C : Berat benda piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

b. Agregat Kasar

$$\text{Berat jenis semu } (S_a) = \frac{A}{A-C} \quad (3.6)$$

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

C : Berat benda uji dalam air (gr)

4. Penyerapan (*Absorption*)

Penambahan berat agregat akibat penyerapan air ke dalam pori-porinya, kecuali air yang berada di permukaan luarnya, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

a. Agregat Halus

$$\text{Penyerapan } (A_w) = \left[\frac{S-A}{A} \right] \times 100\% \quad (3.7)$$

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

S : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

b. Agregat Kasar

$$\text{Penyerapan } (A_w) = \left[\frac{B-A}{A} \right] \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan:

A : Berat benda uji kering oven (gr)

B : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

3.7.3 Pengujian Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan antara berat agregat dan isi, berat isi diperlukan untuk menghitung bahan campuran beton apabila jumlah bahan ditakar dengan ukuran volume serta dapat mengetahui sifat-sifat fisik, mekanik serta pengaruhnya dapat ditentukan secara akurat (Hidayat et al., 2021). Rumus berat isi sebagai berikut :

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.9)$$

Keterangan:

D : Berat isi beton (kg/m^3)

M_c : Berat wadah ukur yang diisi beton (kg)

M_m : Berat wadah ukur (kg)

V_m : Volume wadah ukur (m^3)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1973:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Prosedur percobaan berat isi agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menimbang dan mencatat berat wadah.
3. Mengukur tinggi dan berat wadah.
4. Mencari volume wadah.
5. Mengisi wadah dengan agregat setinggi 1/3 dari wadah kemudian merojoknya 25 kali lalu isi 1/3 lagi dan merojoknya 25 kali kemudian isi penuh wadah.
6. Meratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
7. Menimbang dan mencatat berat wadah beserta isinya.
8. Menghitung berat isi berdasarkan data yang diperoleh.

3.7.4 Pengujian Kadar Air

Kadar air agregat adalah rasio antara berat isi yang terkandung dalam agregat dalam kondisi kering dan agregat dalam kondisi kering, yang dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Berikut adalah metode perhitungan pengujian kadar air menurut SNI 1971-2011:

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (3.10)$$

Keterangan:

P : Kadar Air benda uji (%)

W1 : Berat sampel SSD + berat wadah

W2 : Berat wadah

3.7.5 Pengujian Kadar Lumpur

Uji kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui jumlah lumpur yang terkandung dalam agregat pasir. Kadar lumpur yang berlebihan dapat mengakibatkan ikatan antara agregat dan semen menjadi lemah, sehingga mengurangi kuat tekan beton. Tingkat lumpur dalam agregat disebut dengan kadar

lumpur. Adapun rumus dari kadar lumpur sebagai berikut :

1. Berat sampel kering (A)
2. Berat sampel kering setelah dicuci (B)
3. Berat kotoran agregat lolos saringan No.100 setelah dicuci

$$(C) = A-B \quad (3.11)$$

4. Persentase kotoran agregat lolos saringan No.100 setelah dicuci

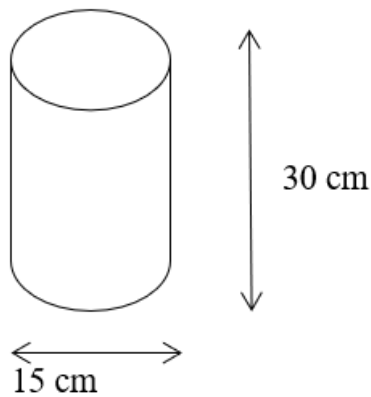
$$(D) = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.12)$$

Prosedur percobaan kadar lumpur agregat adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan sampel agregat kasar dan agregat halus.
3. Menyaring benda uji dengan saringan.
4. Menimbang benda uji.
5. Mencuci contoh bahan dengan air bersih lalu jemur hingga berat konstan. Kemudian menimbangnya kembali.
6. Mengayak agregat halus dan agregat kasar.
7. Menyiapkan bahan.
8. Memindahkan contoh bahan ke dalam wadah kemudian memasukkannya ke dalam oven dengan suhu $100 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 24 jam

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan dimensi $15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. Ilustrasi mengenai benda uji yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: Ilustrasi benda uji.

3.10 Slump Test

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1972:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang slump test. Prosedur percobaan slump test adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Letakkan kerucut abrams di atas papan.
3. Menekan pegangan dasar kerucut dengan kaki dan posisi yang membungkuk.
4. Mengisi kerucut dengan adukan beton sebanyak $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut, lalu merojoknya dengan batang baja 25 kali di tempat yang berlainan.
5. Mengisi lagi $\frac{2}{3}$ tinggi kerucut dan merojoknya 25 kali.
6. Mengisi kerucut dengan adukan beton sampai penuh.
7. Merojoknya 25 kali lalu ratakan permukaannya.
8. Tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut secara vertical dengan hati-hati sampai adukan beton terlepas.
9. Mengukur tinggi adukan beton dengan penggaris.
10. Selisih tinggi antara adukan beton dengan tinggi kerucut merupakan nilai slump.
11. Jika nilai slump yang didapat $<3-6$ cm maka belum memenuhi syarat yang ditetapkan.
12. Ulangi lagi langkah 4-10 jika belum memenuhi syarat.

3.11 Perendaman Benda Uji

Setelah beton selesai dibuat dan dikeluarkan dari cetakan maka dilakukan perawatan benda uji dengan perendaman dalam air. Perendaman beton dilakukan dengan dua metode yaitu perendaman air laut dan air tawar. Air laut yang digunakan untuk perendaman ini diambil dari laut daerah pesisir timur Sumatera Utara, yaitu air lau daerah Deli Serdang. Perawatan benda uji sesuai dengan jumlah sampel yang tertera pada tabel 3.2 untuk mendapatkan perbandingan perawatan dari kedua metode perendaman tersebut. Perendaman dilakukan hingga beton mencapai pada umur 28 hari, kemudian dilakukan pengujian kuat tekan.

3.12 Pengujian Kuat tekan

Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-1974-1990. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*Dial Compression Test Mechine*) dengan kapasitas 2000 KN. Benda uji diletakkan tegak berdiri di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh tinggi silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Setelah seluruh data penelitian didapatkan, selanjutnya adalah melakukan analisis dan pembahasan untuk mengetahui hasil serta mendapatkan tujuan penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dimulai dengan pemeriksaan material penyusun beton, proses perancangan campuran beton, pencampuran bahan, hingga pelaksanaan uji terhadap beton yang telah dibuat.

4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini, jenis agregat halus yang digunakan adalah pasir alami yang berasal dari daerah Binjai, Sumatera Utara. Secara umum, pasir Binjai memiliki mutu yang layak untuk digunakan sebagai material bangunan. Beberapa pengujian yang dilakukan terhadap pasir meliputi analisa saringan, pengujian kadar air, pengukuran berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur.

4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat halus ini mengikuti panduan dari SNI ASTM C136-2012. Dari hasil penelitian diperoleh nilai gradasi analisa saringan agregat halus sebagai berikut:

Tabel 4.1: Pengujian analisa saringan agregat halus.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)	
			Tertahan	Lolos
mm (Inci)	Gr	Gr	(d)	(e)
(a)	(b)	(c)		
9.52 mm (3/8 inci)	0	0	0,0	100
4.75 mm (No. 4)	65	65	2,6	97,4
2.36 mm (No. 8)	57	122	4,9	95,1
Modulus Kehalusan			233,3	2,3332

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)	
			Tertahan	Lolos
mm (Inci)	Gr	Gr	(d)	(e)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1.18 mm (No. 16)	435	557	22,3	77,7
0.6 mm (No. 30)	421	978	39,1	60,9
0.3 mm (No. 50)	708	1686	67,4	32,6
0.15 mm (No. 100)	739	2425	97,0	3,0
0.075 mm (No. 200)	58	2483	99,3	0,7
Pan	17	2500	100,0	0,0
Modulus Kehalusan			233,3	2,3332

Untuk mendapatkan nilai Modulus Kehalusan, jumlah % kumulatif tertahan sampai saringan No 100 dibagi dengan nilai 100. Atau dengan persamaan berikut:

$$MHB = \frac{\sum \% \text{ kumulatif tertahan}}{100} = \frac{233,3}{100} = 2,33$$

4.2.2 Kadar Air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat halus ini mengikuti panduan dari (SNI 1971:2011). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar air agregat halus yang ada pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Kadar air agregat halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji	
				I	II
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	2493	2510
Massa Wadah	b		gr	488	510
Massa Benda Uji	W1	a - b	gr	2005	2000
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	2394	2408
Massa Wadah	d		gr	488	510
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c - d	gr	1906	1898
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	5,19	5,37
Rata – Rata			%	5,28	

Pengujian kadar air pada agregat halus dilakukan sebanyak dua kali percobaan. Percobaan pertama mendapatkan nilai kadar air sebesar 5,19% dan percobaan kedua mendapatkan nilai kadar air sebesar 5,37%. Sehingga rerata nilai kadar air agregat halus adalah 5,28%.

4.2.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus mengacu pada SNI 1970-2016 dengan hasil pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Pengujian berat jenis agregat halus.

<i>Fine Agregats</i> (Agregat Halus) Passing No. 4 (Lolos Ayakan No.4)	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata - rata
			I	II	
<i>Wt of SSD sample in air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)	gr	B	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (Berat contoh SSD kering oven)	gr	E	483	487	485
<i>Wt of flask + water</i> (Berat Piknometer penuh air)	gr	D	662	665	663,5
<i>Wt of flask + water + sample</i> (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)		C	964	975	969,5
<i>Bulk sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh kering)	gr/cm ³	$\frac{E}{(B + D - C)}$	2,44	2,56	2,50
<i>Bulk sp. Grafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD)	gr/cm ³	$\frac{B}{(B + D - C)}$	2,53	2,63	2,58
<i>Apparent sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh semu)	gr/cm ³	$\frac{E}{(E + D - C)}$	2,67	2,75	2,71
<i>Absorption</i> (Penyerapan)	%	$\frac{B - E}{E} \times 100$	3,52	2,67	3,09

Dari hasil pengujian diatas, diperoleh berat jenis agregat halus dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dengan nilai rata-rata sebesar 2,58 gr/cm³ dan dapat dikategorikan sebagai agregat normal sebab nilai yang diperoleh termasuk ke dalam nilai yang diizinkan yaitu antara 2,2 s/d 2,9. Sedangkan nilai

rata-rata penyerapan (*Absorption*) dari hasil pengujian agregat halus adalah 3,09%.

4.2.4 Berat Isi Agregat Halus

Pengujian terhadap berat isi agregat halus dilakukan berdasarkan pedoman SNI 1973:2008, serta merujuk pada modul laporan praktikum beton yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dengan hasil pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4: Pengujian berat isi agregat halus.

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah (<i>WT of Sample & Mold</i>)		gr	16991	17921	17910
2	Berat Wadah (<i>WT of Mold</i>)		gr	5450	5450	5450
3	Berat Contoh (<i>WT of Sample</i>)	1 – 2	gr	11541	12471	12460
4	Volume Wadah (<i>Volume of Mold</i>)		cm ³	10851,8	10851,8	10851,8
5	Berat Isi (<i>Unit Weight</i>)	3 ÷ 4	gr/cm ³	1,064	1,149	1,148
6	Rata - Rata (<i>Average</i>)		gr/cm ³	1,120		
			kg/m ³	1120,302		

Pengujian dilakukan dengan tiga cara yaitu cara lepas didapat berat isi sebesar 1,064 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,149 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,148 gr/cm³. Maka dari ketiga metode yang dilakukan untuk analisis berat ini agregat halus ini, rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,12 gr/cm³.

4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur agregat halus mengacu pada SNI 03 4142 – 1996. Dengan hasil pengujian terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Pengujian kadar lumpur agregat halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat Wadah + Isi	W1		1622	1748	gr
Berat Wadah	W2		510	506	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1570	1699	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	1112	1242	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	1060	1193	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	52	49	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100$	4,68	3,95	%
Rata - Rata			4,31		%

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 4,68% dan pada sampel 2 sebesar 3,95%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 4,31%.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pengujian dasar yang dilakukan terhadap agregat kasar tersebut meliputi analisa saringan, kadar air, pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur.

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pemeriksaan analisa saringan dilakukan dengan mengacu pada standar SNI ASTM C136:2012 sebagai pedoman pelaksanaan, serta didasarkan pada referensi dari buku teknologi beton. Hasil dari analisa saringan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Pengujian analisa saringan agregat kasar.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)	
			Tertahan	Lolos
mm (Inci)	Gr	gr	(d)	(e)
25.4 mm (1 inci)		0		100
19.1 mm (3/4 inci)	1161	1161	23,22	76,78
12.7 mm (1/2 inci)	1364	2525	50,5	49,5
9.52 mm (3/8 inci)	952	3477	69,54	30,46
4.75 mm (No. 4)	1125	4602	92,04	7,96
2.36 mm (No. 8)			100	0
1.18 mm (No. 16)			100	0
0.6 mm (No. 30)			100	0
0.3 mm (No. 50)			100	0
0.15 mm (No. 100)			100	0
0.075 mm (No. 200)			100	0
Pan	398	5000	100	0
Modulus Kehalusan			735,3	7,35

Untuk mendapatkan nilai Modulus Kehalusan, jumlah % kumulatif tertahan sampai saringan No 100 dibagi dengan nilai 100. Atau dengan persamaan berikut:

$$MHB = \frac{\sum \% \text{ kumulatif tertahan}}{100} = \frac{735,3}{100} = 7,35$$

4.3.2 Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian kadar air dilaksanakan berdasarkan acuan SNI 1971:2011. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai kadar air agregat kasar yang disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Pengujian kadar air agregat kasar.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji	
				I	II
Massa Wadah + Benda Uji	a		gr	2030	2048
Massa Wadah	b		gr	510	489
Massa Benda Uji	W1	a - b	gr	1520	1559

Tabel 4.7: *Lanjutan.*

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Benda Uji	
				I	II
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	c		gr	1997	2031
Massa Wadah	d		gr	510	489
Massa Benda Uji Kering Oven	W2	c - d	gr	1487	1542
Kadar Air Total	P	$\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	%	2,22	1,10
Rata – Rata			%	1,66	

Pengujian kadar air pada agregat kasar dilakukan melalui dua kali percobaan. Hasil pada percobaan pertama menunjukkan kadar air sebesar 2,22%, sedangkan pada percobaan kedua sebesar 1,10%. Dengan demikian, rata-rata kadar air agregat kasar diperoleh sebesar 1,66%.

4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dilakukan dengan acuan SNI 1969:2016. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang tercantum pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Keterangan	Satuan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Rata - rata
				I	II	
<i>Wt of SSD sample in air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)	Gr	A	-	1999	2012	2005,5
<i>Wt of oven dry sample</i> (Berat contoh SSD kering oven)	Gr	B	-	1973	1983	1978
<i>Wt of Sample in water</i> (Berat contoh dalam air)	Gr	C	-	1220	1250	1235
<i>Bulk sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh kering)	gr/cm ³	-	$\frac{B}{(A - C)}$	2,53	2,60	2,57
<i>Bulk sp. Grafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD)	gr/cm ³	-	$\frac{A}{(A - C)}$	2,57	2,64	2,60

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Ketrenangan	Satuan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Rata - rata
				I	II	
<i>Apparent sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh semu)	gr/cm ³	-	$\frac{B}{(B - C)}$	2,62	2,71	2,66
<i>Absorption</i> (Penyerapan)	%	-	$\frac{A - B}{B} \times 100$	1,32	1,46	1,39

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) pada benda uji pertama 2,57 gr/cm³ dan pada benda uji kedua 2,64 gr/cm³. Maka nilai rata-ratanya adalah 2,60 gr/cm³. Kemudian, nilai penyerapan (Absorption) agregat kasar pengujian ini adalah 1,39%.

4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian dilakukan berdasarkan pedoman SNI 1973:2008 serta mengacu pada laporan praktikum beton dari Program Studi Teknik Sipil UMSU mengenai berat isi agregat kasar. Adapun hasil pengujiannya ada pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Pengujian berat isi agregat kasar.

No	Keterangan	Persamaan	Satuan	Cara Lepas	Cara Rojok	Cara Goyang
1	Berat contoh & Wadah (<i>WT of Sample & Mold</i>)		gr	22974	24023	23272
2	Berat Wadah (<i>WT of Mold</i>)		gr	5450	5450	5450
3	Berat Contoh (<i>WT of Sample</i>)	1 - 2	gr	17524	18573	17822
4	Volume Wadah (<i>Volume of Mold</i>)		cm ³	10851,8 4	10851,8 4	10851, 8
5	Berat Isi (<i>Unit Weight</i>)	3 ÷ 4	gr/cm ³	1,61	1,71	1,64
6	Rata - Rata (<i>Average</i>)		gr/cm ³	1,656		
			kg/m ³	1656,22		

Pengujian dilakukan dengan tiga cara yaitu cara lepas dengan berat isi sebesar 1,61 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,71 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,64 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat kasar sebesar 1,65 gr/cm³.

4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat kasar berpedoman pada (SNI 03 4141-1996). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar lumpur agregat kasar yang ada pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat Wadah + Isi	W1		1580	1560	gr
Berat Wadah	W2		580	560	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	W3		1559	1542	gr
Berat Kering Contoh Awal	W4	$W1 - W2$	1000	1000	gr
Berat Kering Contoh Akhir	W5	$W3 - W2$	979	982	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	W6	$W4 - W5$	21	18	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	W7	$(W6 \div W4) \times 100$	2,1	1,8	%
Rata – Rata			1,95		%

Pengujian dilakukan dua kali, dengan hasil sebesar 2,1% pada pengujian pertama dan 1,8% pada pengujian kedua. Oleh karena itu, rata-rata kadar lumpur yang diperoleh adalah 1,95%.

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini, penulis melaksanakan pengujian dasar terhadap agregat halus dan agregat kasar, guna memperoleh nilai yang diperlukan untuk perencanaan campuran beton. Setelah pengujian dasar dilakukan, data yang diperoleh akan dimanfaatkan untuk menyusun perencanaan campuran beton (*mix design*) yang

dibutuhkan. Proses perencanaan campuran beton ini mengacu pada pedoman SNI 7656:2012.

Tabel 4.11: Data kebutuhan mix design.

Keterangan	Nilai	Satuan
Mutu Beton	25	MPa
Slump	75 - 100	mm
Ukuran Agregat Maksimum	19.1	mm
Berat Kering Oven Agregat Kasar	1514.5	gr
Berat Jenis Semen Tanpa Tambahan Udara	3.15	gr/cm ³
Modulus Kehalusan Agregat Halus	2,3	mm
Berat Jenis Agregat Kasar	2,60	gr/cm ³
Berat Jenis Agregat Halus	2,58	gr/cm ³
Penyerapan Air Agregat Kasar	1,39	%
Penyerapan Air Agregat Halus	3,09	%

4.4.1 Langkah Perhitungan

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan perhitungan yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan material per 1 m³ beton yang akan dibuat:

1. Kebutuhan Air Pencampur

Tabel 4.12: Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah SNI -7656,2012 (Badan Standarisasi Nasional, 2012).

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9.5 mm	12.7 Mm	19 mm	25 mm	37.5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
Beton tanpa tambahan udara								
25 - 50	207	199	190	179	166	154	130	113

Tabel 4.12: *Lanjutan.*

Beton tanpa tambahan udara								
75 - 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Beton dengan tambahan udara								
25 - 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 - 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 - 175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut:								
Ringan (%)	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Sedang (%)	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Berat (%)	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.5	4.0

Berdasarkan tabel di atas, untuk ukuran maksimum agregat kasar 19 mm dengan jumlah rentang nilai slump 75-100 mm dan jenis beton tanpa tambahan udara maka banyaknya air untuk pencampuran Adalah 205 kg/m³.

2. Rasio Air Semen

Berdasarkan SNI 7656:2012, apabila dilakukan pembuatan campuran uji untuk membuktikan hubungan kekuatan atau mengevaluasi kembali kekuatan suatu campuran beton, maka harus digunakan air pencampur dalam jumlah minimal dan kadar udara yang paling rendah. Nilai maksimum kadar udara yang diperbolehkan tetap harus diperhatikan, dan pengujian beton dilakukan dengan target slump setinggi mungkin sesuai batas yang ditetapkan. Apabila kadar air atau kadar udara

pada beton lebih rendah dari ketentuan, maka proporsi material penyusun beton perlu disesuaikan agar campuran beton yang dihasilkan memenuhi karakteristik yang diinginkan.

Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air - semen (w/c) atau rasio air - bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton (SNI-7656, 2012).

Kekuatan Beton umur 28 hari (MPa)	Rasio air – semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0.42	-
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Mengacu pada tabel di atas, rasio air terhadap semen yang digunakan adalah sebesar 0,61% yang disesuaikan dengan target kuat tekan beton sebesar 25 MPa.

3. Kadar Semen

Untuk mendapatkan kebutuhan semen, perkiraan kebutuhan air pencampur (Tabel 4.12) dibagi dengan rasio air semen (Tabel 4.13). Maka kebutuhan semen didapat sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Kadar Air Pencampur}}{\text{Rasio Air Semen}} = \frac{205}{0.61} = 336.07kg$$

4. Berat Kering Agregat Kasar

Jika agregat tertentu dalam kondisi kering oven digunakan pada setiap satuan volume beton, maka agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang serupa akan menghasilkan beton dengan mutu dan tingkat kelecakan (workability) yang baik. Informasi mengenai volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton (SNI-7656, 2012).

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Berdasarkan tabel di atas maka nilai yang diambil adalah 0,66 sebagai volume agregat kasar kering oven. Sehingga diperoleh berat kering agregat kasar sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Volume agregat kasar kering oven} \times \text{Berat kering oven agregat kasar}) \\
 &= (0.66 \times 1514.5) \\
 &= 999,57 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

5. Perkiraan Awal Berat Beton Segar

Apabila berat beton segar per satuan volume dapat diperkirakan berdasarkan data empiris atau pengalaman dari penelitian terdahulu maupun acuan teknis, maka perhitungan kebutuhan agregat halus dapat ditentukan secara tidak langsung. Metode ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara berat total beton segar per satuan volume dengan jumlah berat dari seluruh material penyusun lainnya, seperti semen, air, serta agregat kasar. Kebutuhan agregat halus dapat dihitung sebagai selisih antara berat beton segar dengan jumlah berat seluruh bahan lainnya (SNI 7656:2012). Estimasi awal berat beton segar dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Perkiraan awal berat beton segar (SNI-7656, 2012).

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Dari tabel di atas, maka perkiraan awal beton yaitu 2345 kg/m³. Sehingga untuk memperoleh berat agregat halus dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Air} & = & 205.00 \text{ kg} \\
 \text{Semen} & = & 336.07 \text{ kg} \\
 \text{Agregat Kasar} & = & 999,57 \text{ kg} \quad +
 \end{array}$$

$$\text{Jumlah} \quad = \quad 1540.64 \text{ kg}$$

Sehingga berat agregat halus adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat Halus} & = 2345 - 1540.64 \\
 & = 804.36 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6. Volume Absolut

Perhitungan kebutuhan agregat halus harus dilakukan berdasarkan volume absolut, dengan mempertimbangkan proporsi dari agregat kasar, air, udara, dan semen. Adapun rumus untuk menentukan isi agregat halus adalah sebagai berikut:

- $$\begin{aligned}
 \text{Volume air} & = \frac{205}{1000} \\
 & = 0.205 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Volume padat semen} & = \frac{336.07}{3.15 \times 1000} \\
 & = 0.107 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Volume agregat kasar $= \frac{999,57}{2,60 \times 1000}$
 $= 0,384 \text{ m}^3$
- Volume udara terperangkap $= 1\% \times 1$
 $= 0,01 \text{ m}^3$
- Volume padat selain agregat halus $= (0,205 + 0,107 + 0,384 + 0,01)$
 $= 0,706 \text{ m}^3$
- Volume agregat halus yang dibutuhkan $= 1 - 0,706$
 $= 0,294 \text{ m}^3$
- Berat agregat halus yang dibutuhkan $= 0,294 \times 2,58 \times 1000$
 $= 758,52 \text{ kg}$

7. Perbandingan Berat

Berdasarkan ketentuan dalam SNI 7656:2012, diperoleh perbandingan massa antara air, semen, agregat halus dalam kondisi kering, serta agregat kasar dalam kondisi kering sebagaimana disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Perbandingan berat bahan.

Keterangan	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolut (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	336.07	336.07
Agregat Kasar (kering)	999,57	999,57
Agregat Halus (kering)	804.36	758.52

8. Koreksi Terhadap Kandungan Air

Hasil pengujian kadar air menunjukkan besarnya kandungan air yang terdapat dalam agregat sebagaimana tercantum di bawah ini. Apabila proporsi campuran percobaan didasarkan pada asumsi berat (massa), maka massa agregat perlu disesuaikan menjadi:

Kadar Air Agregat yang didapat:

Agregat Kasar : 1,66%
Agregat Halus : 5,28%

Agregat Kasar (Basah) : $999,57 \times (1 + 0.016) = 1015,56 \text{ kg}$

Agregat Halus (Basah) : $804.36 \times (1 + 0.0528) = 846.83 \text{ kg}$

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

Air yang diberikan agregat kasar : $1.66\% - 1.39\% = 0.27\%$

Air yang diberikan agregat halus : $5.28\% - 3.09\% = 2.19\%$

Dengan demikian kebutuhan air untuk proporsi campuran beton adalah sebagai berikut:

$$205 - (999,57 \times 0.27\%) - (804.36 \times 2.19\%) = 184.68 \text{ kg}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton memerlukan bahan sebagai berikut:

Air (yang ditambahkan)	: 184.68 kg
Semen	: 336.07 kg
Agregat Kasar	: 1015,56 kg
Agregat Halus	: 846.83 kg +
Total	: 2383.14 kg

4.5 Kebutuhan Material

Kebutuhan material penyusun campuran beton ini didapatkan melalui hasil perhitungan mix design di atas yang dirincikan sebagai berikut:

1. Benda uji pada penelitian ini berbentuk silinder dengan data berikut:

$$n = 24 \text{ buah}$$

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

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

$$\text{volume} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 15^2 \times 30$$

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

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

2. Jumlah bahan material yang dibutuhkan untuk membuat 1 benda uji normal dengan bentuk silinder berukuran 15 cm × 30 cm adalah sebagai berikut:

Air = 978,8 gr

Semen = 1781,2 gr

Agregat Halus = 4488,2 gr

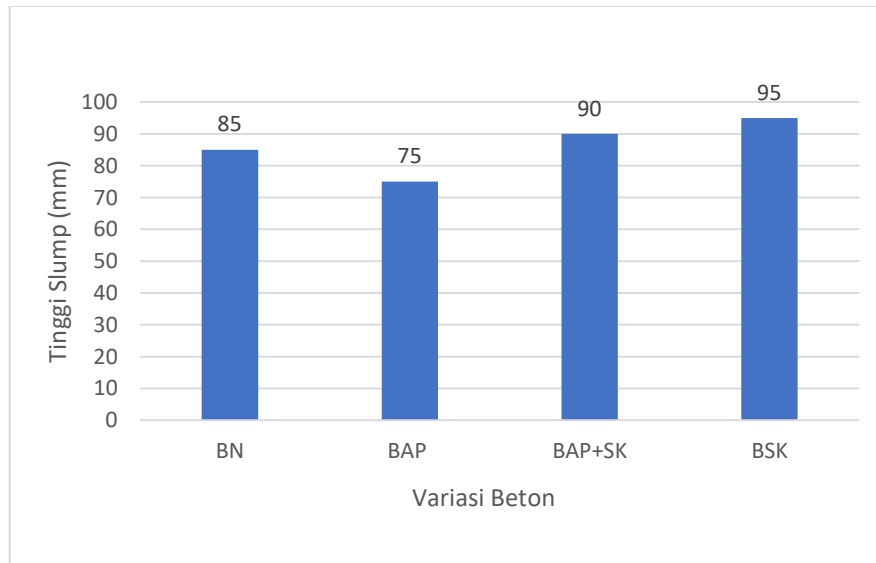
Agregat Kasar = 5382,5 gr

4.6 Pengujian Slump (Slump Test)

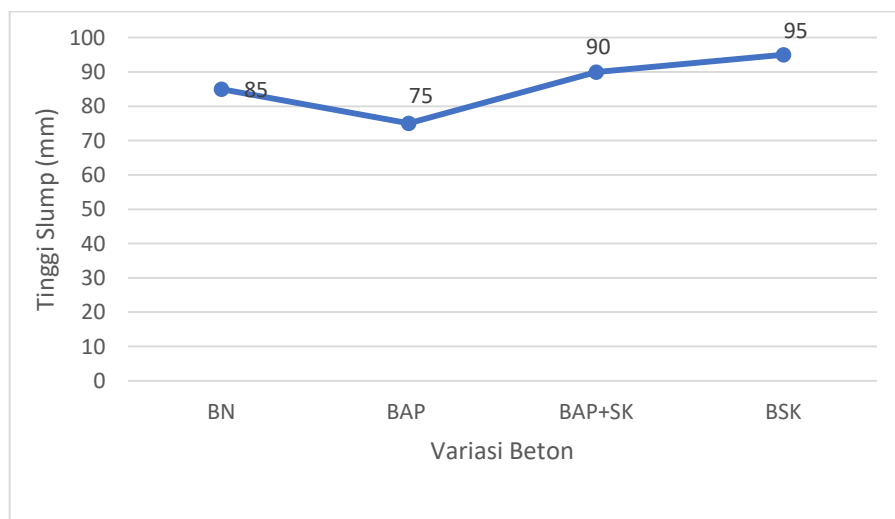
Pengujian Slump dilakukan dengan cara memasukkan beton segar kedalam kerucut Abrams (setiap pengambilan bahan harus mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis. Tiap lapis berkisar 1/3 bagian dari tinggi kerucut, dan tiap lapis dilakukan penusukan/rojukan sebanyak 25 kali. Tongkat penusukan atau tongkat rojok harus masuk sampai bawah tiap-tiap lapisan. Setelah pengisian beton segar kedalam kerucut Abrams selesai, ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 10 detik. Setelah itu angkat kerucut Abrams dengan cara tegak lurus sampai beton segar terlepas dari kerucut, ukur selisih tinggi kerucut Abrams dengan tinggi adukan (SNI-1972, 2008). Nilai yang didapat merupakan nilai Slump. Pada tabel berikut merupakan nilai Slump pada masing-masing campuran beton dengan berbagai variasi.

Tabel 4.17: Nilai *slump test*.

No	Kode Variasi Beton	Nilai Slump (mm)
1	BN	85
2	BAP	75
3	BAPS	89
4	BS	95



Gambar 4.1: Diagram batang slump test.



Gambar 4.2: Grafik slump test.

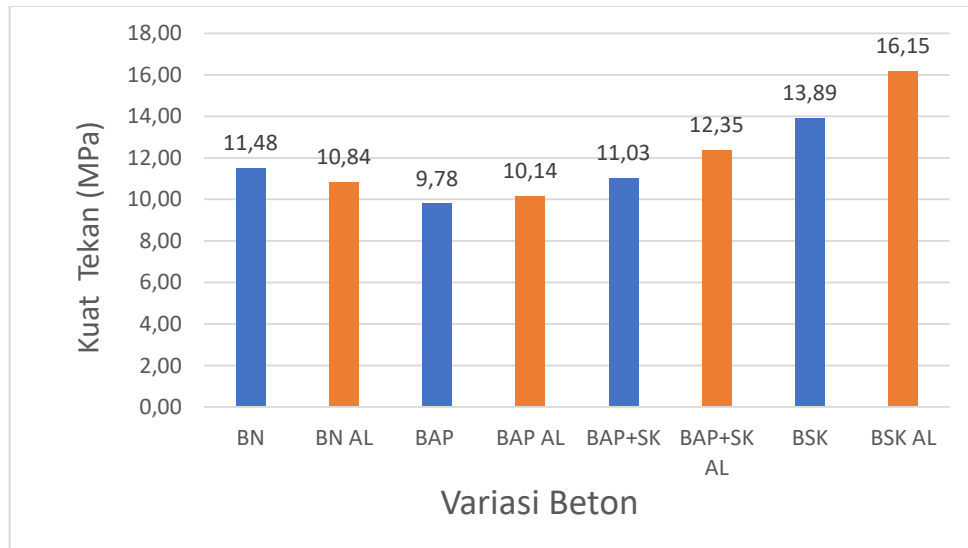
Dari hasil slump test dapat diketahui bahwa campuran dengan nilai slump yang paling tinggi adalah variasi BSK yaitu 95 mm, hal ini disebabkan karena masuknya cairan sikacim *concrete additive* yang membuat kandungan air adukan beton menjadi bertambah. Sedangkan nilai slump terendah ada pada variasi BAP yaitu 75 mm, hal ini dikarenakan serbuk abu sekam padi yang sangat kering menyerap kandungan air dan membuat adukan beton menjadi lebih kental. Dari hasil slump adukan beton di semua variasi masih masuk ke dalam persayaratkan rentang nilai slump yang telah ditetapkan yaitu 75-100 mm.

4.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* dengan jumlah benda uji sebanyak 24 benda uji yang berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Berikut nilai kuat tekan pada 24 sampel yang telah diteliti.

Tabel 4.18: Nilai kuat tekan beton.

No.	Variasi Beton	Kuat Tekan Pada Perendaman (MPa)		Nilai Kuat Tekan Rata - rata (MPa)	
		Air Tawar	Air Laut	Air Tawar	Air Laut
1	BN	11.25	10.69	11.48	10.84
		11.88	11.19		
		11.31	10.63		
2	BAP	9.61	10.16	9.78	10.14
		10.12	10.01		
		9.61	10.12		
3	BAP+SK	11.20	12.44	11.03	12.35
		10.75	11.87		
		11.14	12.73		
4	BSK	13.97	15.20	13.89	16.15
		13.56	16.86		
		14.14	16.40		



Gambar 4.3: Kuat tekan beton rata-rata

Dari grafik dapat dianalisis bahwa terjadi banyak perubahan kenaikan dan penurunan kuat tekan beton pada tiap jenis campuran dan perendaman. Yang sangat terlihat signifikan Adalah kenaikan kuat tekan beton pada campuran beton ditambah dengan Sikacim *concrete Additive* dengan perendaman air laut yaitu 16,15 MPa, walaupun pada perendaman air tawar terjadi kenaikan yaitu dengan kuat tekan 13,89 MPa, namun nilai ini selisih 2,27 MPa (BSK AL-BSK). Kemudian pada variasi BAP+SK dan BAP terlihat bahwa kuat tekan perendaman dengan air laut juga lebih tinggi dibandingkan dengan air tawar. Tetapi pada beton normal sebagai kontrol, kuat tekannya lebih rendah dibandingkan beton normal dengan perendaman air tawar. Dari ketiga hal tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa beton dengan perendaman air laut dapat lebih baik apabila ditambah dengan campuran, baik itu dengan mengoptimalkan substitusi semennya ataupun dengan menambahkan *superplasticizer*.

Untuk penambahan abu sekam padi dapat dilihat bawah hasil kuat tekannya tidak lebih baik daripada beton normal. Pada penelitian (Alsaed dan Al Mufti, 2024) abu sekam padi yang digunakan mengandung silica yang cukup tinggi yaitu 84% sehingga mampu meningkatkan kuat tekan beton sampai 18%. Dari analisis hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kurangnya kandungan silica pada abu sekam padi yang digunakan yang didapat dari daerah Deli Serdang, sehingga kurang mampu memperkuat kualitas beton jika tanpa tambahan

superplasticizer. Sehingga pada variasi BAP kuat tekan beton hanya mencapai 9,78 MPa pada perendaman air tawar dan 10.14 MPa pada perendaman air laut. Namun pada variasi BAP+SK dengan kuat tekan 11,03 MPa pada perendaman air tawar dan 12,35 MPa pada perendaman air laut, hal ini menunjukkan bahwa variasi campuran abu sekam padi dan *superplsticizer* dapat lebih optimal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan pada penelitian dengan mensubstitusikan abu sekam padi sebagai pengganti semen dan juga penambahan *superplasticizer* jenis *sikacim concrete additive* pada perawatan beton yang berbeda yaitu dengan perendaman air laut dan air tawar terhadap hasil kuat tekan beton variasi tersebut, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Kuat Tekan pada beton dengan substitusi abu sekam padi pada hasilnya tidak dapat lebih baik daripada beton normal yaitu BAP 9,78 MPa dan BAP AL 10,27 MPa. Sedangkan dengan substitusi *sikacim concrete additive* kuat tekannya lebih tinggi dari beton normal yaitu BSK 13,89 MPa dan BSK AL 16,15 MPa, hal ini menunjukkan bahwa Sikacim terbukti dapat meningkatkan kualitas kuat tekan dan ketahanan beton. Untuk variasi campuran abu sekam padi + *sikacim concrete additive* kuat tekannya terdapat perbedaan yaitu BAP+SK 11,03 MPa dan BAP+SK AL 12,35 MPa.
2. Perendaman air laut terbukti dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan substitusi abu sekam padi dan sikacim, namun pada beton normal kuat tekannya menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa beton dengan perendaman air laut harus dicampur dengan bahan tambah agar kuat tekannya menjadi lebih baik.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran penulis yang bertujuan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Adapun sarannya yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi abu sekam padi dengan kualitas yang lebih baik dan komposisi yang lebih banyak sebagai substitusi semen untuk mengetahui utilitas maksimum dari penggunaan abu sekam padi sebagai salah satu bahan pengganti semen dengan kadar yang lebih optimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah sampel agar terhindar dari adanya kesalahan atau ketidakteelitian dalam pengolahan data yang terbatas
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap beton dengan perawatan rendaman air laut dengan jenis semen ataupun substitusi pengganti semen dan variasi lainnya sehingga dapat bermanfaat lebih luas lagi bagi ilmu perawatan beton maupun penggunaan beton pada lingkungan dengan kondisi yang lebih agresif dan kandungan udara yang buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsaed, M. M., & Al Mufti, R. L. (2024). The Effects of Rice Husk Ash as Bio-Cementitious Material in Concrete. *Construction Materials*, 4(3), 629–639. <https://doi.org/10.3390/constrmater4030034>
- ASTM, C. (642-90) 2008. (2017). *Rekayasa Teknik Sipil Vol.*, 1(1), 144–155.
- Aulia, P., & Zulkarnain, F. (2020). Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus Dan Sikacim Concrete Additive Sebagai Bahan Tambah. *JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN*, 2(1), 41–49. <https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>
- ASTM C136:2012, S. N. I. A. (2012). SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar. Badan Standardisasi Nasional, 1–24.
- BSN. (1974). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Slinder. *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta. <https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). Sni 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*, 52.
- Estu Yulianto, F., & Mukti, M. H. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Kuat Tekan Beton Campuran 1 pc : 2 ps : 3 kr. *Jurnal Saintek Universitas Airlangga*, 12(2), 74–78.
- Fahrizal Zulkarnain, I. I. S. (2021). Perbandingan Pemakaian Air Kapur Serta Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Ketahanan Beton Mutu Tinggi (Studi Penelitian). *Abdi Sabha (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 23–33.
- Hidayat, T. F., Herlina, N., & Al-Huseiny, M. S. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Arang Bambu Sebagai Bahan Tambah Pada Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(1), 81–87. <https://doi.org/10.37058/aks.v3i1.3562>
- Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>
- Muwardin, S., Galuh, D. L. C., & Yasin, I. (2019). *Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perendaman Air Laut , Air Tawar , Air Sungai Dan Air Kapur*. 9.
- PBI. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. *Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan*, 7, 130.

- Putra, O. K., & Alfanti, G. (2022). Analisis Pengaruh Penambahan Abu Batu (Rock Ash) ke Dalam Pasta Semen Terhadap Waktu Pengikatan Awal. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(3), 118. <https://doi.org/10.22146/ijl.v5i3.78663>
- Safarizki, H. A., Marwahyudi, M., & Pamungkas, W. A. (2021). Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 4(2), 63. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v4i2.42978>
- Siddika, A., Mamun, M. A. Al, & Ali, M. H. (2018). Study on concrete with rice husk ash. *Innovative Infrastructure Solutions*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0127-6>
- SNI 03 4142. (1996). *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan Nomor 200 (0.0075 mm)*. 7823-7830.
- SNI 1970:2016, S. (2016). Cara uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 4, 20.
- SNI 1971:2011. (2011). “Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan.” *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- SNI-1972. (2008). *Cara Uji Slump Beton*.
- Ubaidi, B., & Pratiwi, D. (2023). Pengaruh Waktu Perjalanan Beton Ready Mix Terhadap Uji Slump Test Pada Proyek Lampung City. *Jurnal Sendi Teknik Sipil*, 4(1), 1–8. <https://jurnal.usk.ac.id/JTS/index>
- Wedhanto, S. (2017). *Pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton yang terbuat dari berbagai merk semen yang ada di kota malang*. 22(2), 21–30.
- Zulkarnain, F., & Kamil, B. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–10. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Zulkarnain, F., & Maulidza, L. (2024). Pengujian Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *DedikasiMU: Journal of Community Service*, 6(3), 337. <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v6i3.8287>

LAMPIRAN



Gambar L.1: Proses pembuatan beton.



Gambar L.2: Slump test.



Gambar L.3: Beton perendaman air tawar.



Gambar L.4: Beton perendaman air laut.



Gambar L.5: Pengujian kuat tekan beton

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

Penguji : Hanna Zahra Salila Ritonga

Jenis Benda Uji : Slinder (d=15; t=30)

Mutu Benda Uji : F'c 25 Mpa

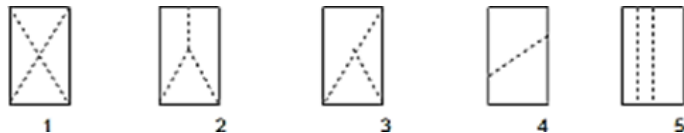
Jumlah Benda Uji : 9

Lembar : 1 **Dari** 3

Mesin : Dial Compression Test Mechine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran/ Keterangan
							Cetak	Uji					
1	BN (1)	300	150	2	17671,46	11,8	30-Jun-25	28-Jul-25	28	200	198,8	11,25	1
2	BN (2)	300	150	2	17671,46	11,77	30-Jun-25	28-Jul-25	28	210	209,9	11,88	1
3	BN (3)	300	150	2	17671,46	11,89	30-Jun-25	28-Jul-25	28	200	199,8	11,31	1
1	BN AL (1)	300	150	2	17671,46	11,7	30-Jun-25	28-Jul-25	28	190	188,9	10,69	1
2	BN AL (2)	300	150	2	17671,46	11,85	30-Jun-25	28-Jul-25	28	200	197,8	11,19	1
3	BN AL (3)	300	150	2	17671,46	11,75	30-Jun-25	28-Jul-25	28	190	187,9	10,63	1
1	BAP (1)	300	150	2	17671,46	11,69	30-Jun-25	28-Jul-25	28	170	169,9	9,61	1
2	BAP (2)	300	150	2	17671,46	11,7	30-Jun-25	28-Jul-25	28	180	178,9	10,12	1
3	BAP (3)	300	150	2	17671,46	11,65	30-Jun-25	28-Jul-25	28	170	169,9	9,61	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



Gambar L.10: Laporan pengujian kuat tekan beton BN, BN AL, BAP.

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

SNI 1974-2011

Penguji : Hanna Zahra Salila Ritonga

Jenis Benda Uji : Slinder (d=15; t=30)

Mutu Benda Uji : F'c 25 Mpa

Jumlah Benda Uji : 9

Lembar : 2

Dari 3

Mesin : Dial Compression Test Mechine

No .	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran/ Keterangan
							Cetak	Uji					
1	BAP AL (1)	300	150	2	17671,46	11,66	30-Jun-25	28-Jul-25	28	190	188,9	10,69	1
2	BAP AL (2)	300	150	2	17671,46	11,69	30-Jun-25	28-Jul-25	28	180	176,9	10,01	1
3	BAP AL (3)	300	150	2	17671,46	11,7	30-Jun-25	28-Jul-25	28	180	178,9	10,12	1
1	BAP+SK (1)	300	150	2	17671,46	11,82	30-Jun-25	28-Jul-25	28	200	197,9	11,20	1
2	BAP+SK (2)	300	150	2	17671,46	11,45	30-Jun-25	28-Jul-25	28	190	189,9	10,75	1
3	BAP+SK (3)	300	150	2	17671,46	11,8	30-Jun-25	28-Jul-25	28	200	196,9	11,14	1
1	BAP+SK AL (1)	300	150	2	17671,46	11,82	30-Jun-25	28-Jul-25	28	220	219,8	12,44	1
2	BAP+SK AL (2)	300	150	2	17671,46	11,7	30-Jun-25	28-Jul-25	28	210	209,8	11,87	1
3	BAP+SK AL (3)	300	150	2	17671,46	11,73	30-Jun-25	28-Jul-25	28	230	224,9	12,73	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



Gambar L.11: Laporan pengujian kuat tekan beton BAP AL, BAP+SK, BAP+SK AL.

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

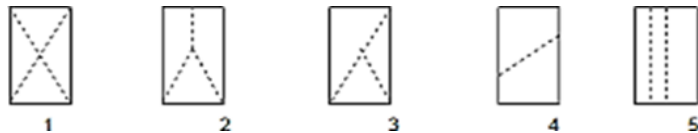
SNI 1974-2011

Penguji : Hanna Zahra Salila Ritonga
Jenis Benda Uji : Slinder (d=15; t=30)
Mutu Benda Uji : F'c 25 Mpa
Jumlah Benda Uji : 6

Lembar : 3 **Dari** 3
Mesin : Dial Compression Test Mechine

No.	Identitas Benda Uji	L (mm)	D (mm)	L/D	Luas Penampang Melintang (mm ²)	Berat Benda Uji (Kg)	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Bentuk Kehancuran/ Keterangan
							Cetak	Uji					
1	BSK (1)	300	150	2	17671,46	11,95	30-Jun-25	28-Jul-25	28	250	246,8	13,97	1
2	BSK (2)	300	150	2	17671,46	11,88	30-Jun-25	28-Jul-25	28	240	239,7	13,56	1
3	BSK (3)	300	150	2	17671,46	12	30-Jun-25	28-Jul-25	28	250	249,8	14,14	1
1	BSK AL (1)	300	150	2	17671,46	12,04	30-Jun-25	28-Jul-25	28	270	268,6	15,20	1
2	BSK AL (2)	300	150	2	17671,46	12,05	30-Jun-25	28-Jul-25	28	300	297,9	16,86	1
3	BSK AL (3)	300	150	2	17671,46	11,9	30-Jun-25	28-Jul-25	28	290	289,9	16,40	1

Bentuk Kehancuran (pilih diantara satu)



Gamabar L.12: Laporan pengujian kuat tekan beton BSK, BSK AL.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Hanna Zahra Salila Ritonga
Panggilan : Hanna
Tempat, Tanggal Lahir : Sukaramai, 25 Juni 2004
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Gang Kelabu Nomor 5
Agama : Islam
Nama Orang tua
Ayah : Salikin Ritonga
Ibu : Nurlela Br. Silalahi
No. Hp : 082284796212
E-mail : hannasalila@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 2107210140

Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 010131 Pulau Rakyat	2015
2	SMP	SMPN 1 Pulau Rakyat	2018
3	SMA	SMA N 1 Matauli Pandan	2021
4	Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2021		

