

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BATANG ECENG GONDOK DAN
KAPUR (*CALCIUM HYDROXIDE*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

M. FIRZHA RAIHAN SIREGAR

2107210148



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Firzha Raihan Siregar
Npm : 2107210148
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Batang Eceng Gondok dan Kapur *Calcium Hydroxide* Terhadap Kuat Tekan Beton
Bidang Ilmu : Struktur

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

DISETUJUI DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 14 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Firzha Raihan Siregar
Npm : 2107210148
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Batang Eceng Gondok dan Kapur *Calcium Hydroxide* Terhadap Kuat Tekan Beton
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 14 Agustus 2025

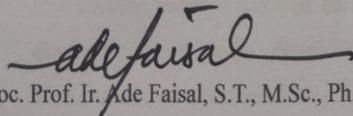
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



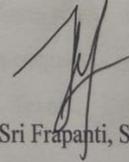
Rizki Efrida, S.T, M.T

Dosen Penguji I



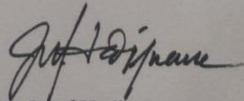
Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dosen Penguji II



Sri Frapanti, S.T, M.T

Kepala Prodi Teknik Sipil



Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Firzha Raihan Siregar
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 17 Juni 2003
Npm : 2107210148
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Serat Batang Eceng Gondok dan Kapur *Calcium Hydroxide* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”**

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

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

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

Medan, 14 Agustus 2025

menyatakan,

Muhammad Firzha Raihan Siregar

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BATANG ECENG GONDOK DAN KAPUR (*CALCIUM HYDROXIDE*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Muhammad Firzha Raihan Siregar

2107210148

Rizki Efrida, S.T., M.T

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat batang eceng gondok dan kapur (*calcium hydroxide*) terhadap kuat tekan beton. Eceng gondok yang merupakan limbah tanaman air mengandung serat alami yang berpotensi sebagai bahan tambahan dalam campuran beton, sementara kapur digunakan sebagai pengganti sebagian semen untuk meningkatkan sifat mekanis beton. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di mana dilakukan variasi persentase penambahan serat eceng gondok sebesar 0,5%, 1%, dan 1,5% serta penambahan kapur sebesar 5% terhadap berat semen. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm kemudian diuji kuat tekannya pada umur 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat batang eceng gondok dan kapur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Penambahan kapur memperlihatkan peningkatan kekuatan tekan beton akibat peningkatan pembentukan senyawa CSH (*Calcium Silicate Hydrate*), sedangkan penambahan serat eceng gondok menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung pada persentasenya.

Kata Kunci: Beton, Kuat Tekan, Eceng Gondok, Kapur *Calcium Hydroxide*, Serat Alami, Limbah Organik

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING WATER HYATTLE STEM FIBER AND LIME (CALCIUM HYDROXIDE) ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

Muhammad Firzha Raihan Siregar

2107210148

Rizki Efrida, S.T., M.T

This research aims to determine the effect of adding water hyacinth stem fiber and calcium hydroxide (lime) on the compressive strength of concrete. Water hyacinth, a water plant waste, contains natural fibers that have potential as an additive in concrete mixtures, while lime is used as a partial cement substitute to enhance the mechanical properties of concrete. This study employed an experimental method using various percentages of water hyacinth fiber at 0.5%, 1%, and 1.5% and lime at 5% of the cement weight. The concrete specimens were shaped into cylinders with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm and tested for compressive strength at 14 and 28 days. The results showed that the addition of water hyacinth fiber and lime significantly affected the compressive strength of the concrete. The inclusion of lime improved the compressive strength due to increased formation of Calcium Silicate Hydrate (CSH), while the addition of water hyacinth fiber gave varied results depending on its percentage.

Keywords: *Concrete, Compressive Strength, Water Hyacinth, Lime Calcium Hydroxide, Natural Fiber, Organic Waste*

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum, Wr. Wb.

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serat Batang Eceng Gondok dan Kapur *Calcium Hydroxide* Terhadap Kuat Tekan Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

Shalawat dan salam tak lupa pula penulis hanturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW selaku suri tauladan umat manusia di dunia. Dalam pembuatan laporan ini penulis memperoleh bantuan dari banyak pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing dan Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dan ikut andil dalam proses administrasi penelitian.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph. D, selaku Dosen penguji I dan Wakil Dekan I Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang ikut andil dalam proses pengujian tugas akhir.
3. Ibu Sri Frapanti, S. T, M. T, selaku Dosen penguji II yang ikut andil dalam proses pengujian tugas akhir.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc, Ph.D, selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu Teknik Sipil yang sangat bermanfaat.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Alm. Ayah dan Ibu saya yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Sahabat dan semua teman-teman yang memberi penulis masukan masukan yang bermanfaat, dukungan serta semangat pada proses penyelesaian laporan ini.

Tugas akhir ini tentu masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun dari para pembaca agar bisa menjadi pembelajaran pada penelitian yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan juga dunia konstruksi Teknik Sipil.

Wassalammua'laikum Wr. Wb

Medan, 10 Februari 2025

M. Firzha Raihan Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Bahan Bahan Pembuatan Beton	5
2.2.1 Semen	5
2.2.2 Agregat Kasar	6
2.2.3 Agregat Halus	6
2.2.4 Air	7
2.2.5 Serat Batang Eceng Gondok	7
2.2.6 Kapur <i>Calcium Hydroxide</i>	8
2.3 Kuat Tekan Beton	8
2.4 Penelitian Terdahulu	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	12
3.1 Bagan Alir Penelitian	12

3.2 Metode Penelitian	13
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.5 Sumber dan Teknik Pengambilan Data	14
3.5.1 Data Primer	14
3.5.2 Data Sekunder	15
3.6 Alat dan Bahan	15
3.6.1 Alat	15
3.6.2 Bahan	16
3.7 Jumlah Benda Uji	17
3.8 Persiapan Penelitian	18
3.9 Langkah – Langkah Pengujian	19
3.9.1 Pengujian Analisa Saringan	19
3.9.2 Berat Jenis dan Penyerapan	19
3.9.3 Pengujian Kadar Air	21
3.9.4 Pengujian Kadar Lumpur	22
3.9.5 Berat Isi Agregat	22
3.10 Pembuatan Sampel	23
3.11 Pemeriksaan <i>Slump Test</i>	25
3.12 Kuat Tekan beton	26
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	27
4.1 Umum	27
4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	27
4.2.1 Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	27
4.2.2 Analisa Saringan Agregat Kasar	28
4.2.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar	29
4.2.4 Berat Isi Agregat Kasar	30
4.2.5 Kadar Air Agregat Kasar	30
4.3 Pemeriksaan Agregat Halus	31
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus	31
4.3.2 Berat Jenis Agregat Halus	32
4.3.3 Berat Isi Agregat Halus	32

4.3.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	33
4.3.5 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	34
4.4 Perencanaan Campuran Beton	34
4.5 Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Kapur Serat Eceng Gondok	35
4.5.1 <i>Mix Design</i> Beton	35
4.5.2 Kebutuhan Material	37
4.5.3 Kebutuhan Kapur	37
4.5.4 Kebutuhan Serat Eceng Gondok	38
4.5.5 Kebutuhan Material Keseluruhan	38
4.6 <i>Slump Test</i>	39
4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan beton	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji	18
Tabel 3.2 Rumus Menghitung Berat Jenis Agregat Kasar	20
Tabel 3.3 Rumus Menghitung Berat Jenis Agregat Halus	20
Tabel 3.4 Persentase Campuran Beton	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	27
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	28
Tabel 4.3 Hasil Nilai Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	29
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	30
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	30
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	31
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	32
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	33
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	33
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	34
Tabel 4.11 Data-data Tes Dasar	35
Tabel 4.12 Kebutuhan Kapur <i>Calcium Hydroxide</i> untuk 1 Benda Uji Pada Umur 14 Hari dan 28 Hari	37
Tabel 4.13 Kebutuhan Serat Eceng Gondok untuk 1 Benda Uji Pada Umur 14 Hari dan 28 Hari	38
Tabel 4.14 Kebutuhan Material untuk 3 Benda Uji	38
Tabel 4.15 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	39
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari dan 28 Hari	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	12
Gambar 3.2 Serat Batang Eceng Gondok	17
Gambar 3.3 Kapur <i>Calcium Hydroxide</i>	17
Gambar 3.4 Dimensi Benda Uji	25
Gambar 3.5 Ilustrasi uji kuat tekan beton	26
Gambar 4.1 Grafik <i>Slump Test</i> Rata – Rata	39
Gambar 4.2 Diagram Kuat Tekan 14 Hari dan 28 Hari	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan beton yang semakin meluas sebagai komponen utama dalam struktur bangunan mendorong berbagai penelitian untuk mengembangkan material serta metode produksi beton yang lebih inovatif dan efisien. Penggunaan serat dalam campuran beton sudah lama dilakukan, namun dikarenakan semakin menurunnya ketersediaan sehingga dikembangkan berbagai macam campuran mix design beton, salah satunya serat eceng gondok. Serat campuran beton dengan eceng gondok merupakan material komposit yang mengintegrasikan serat alami dari tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) ke dalam campuran beton.

Eceng gondok diproses sedemikian rupa, dari mulai dipotongnya bagian daun, akar dan hanya diambil bagian batang, kemudian batang tersebut dikeringkan selama ± 7 hari. Sehingga menghasilkan serat yang berfungsi sebagai material penguat, bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis beton, seperti kekuatan tarik, ketahanan retak, dan fleksibilitas. Pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan tambahan dalam beton tidak hanya mendukung inovasi dalam teknologi material, tetapi juga menawarkan solusi ekologis untuk mengatasi limbah eceng gondok yang berlebihan di perairan, sehingga menciptakan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kapur (kalsium hidroksida, CaOH_2) merupakan material yang sering digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan sifat mekanisnya, terutama kekuatan tekannya. Kapur dapat dijadikan sebagai pengganti sebagian semen, ketika kapur ditambahkan ke beton, ketersediaan kalsium hidroksida akan meningkat dan pembentukan kalsium silikat hidrat (CSH) akan dipercepat, yang merupakan komponen penting kekuatan beton. Kapur juga memiliki kemampuan untuk mengisi pori-pori mikro beton, yang akan menurunkan porositas dan meningkatkan kepadatan beton. Ketika eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dimasukkan ke dalam beton, kapur akan menjadi lebih rumit.

Eceng gondok, yang kaya akan zat organik, dapat terurai dalam lingkungan pH tinggi yang disebabkan oleh adanya kapur, yang memengaruhi daya tahan dan kualitas beton. Meskipun demikian, senyawa kalsium yang ditemukan di sekitar serat dapat meningkatkan ikatan antara serat eceng gondok dan pasta semen, membantu memperkuat hubungan antara serat dan matriks beton. Dalam hal ini, memasukkan eceng gondok sebagai bahan serat dapat membantu mengelola retakan pada beton, sementara kapur memberikan perlindungan tambahan dengan meningkatkan daya tahan beton dan memfasilitasi penyempurnaan mikrostruktur. Namun, jika eceng gondok digunakan tanpa efek samping seperti pengeringan atau hilangnya bahan organik, kombinasinya dengan kapur dapat menghambat penguraian bahan organik, yang pada akhirnya mengurangi kekuatan tekan beton. Pengolahan eceng gondok dan takaran kapur sangat penting untuk mendapatkan hasil beton yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah yang terjadi sebagai berikut:

1. Berapakah nilai kuat tekan beton dengan penambahan unsur serat batang eceng gondok dan kapur (*Calcium Hydroxide*)?
2. Berapa persentase optimal penambahan serat eceng gondok dan kapur (*Calcium Hydroxide*) dalam campuran beton untuk menghasilkan kinerja mekanis yang maksimal?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah. Adapun Batasan masalah tersebut, antara lain:

1. Mutu beton rencana yang digunakan adalah $f'c$ 20 MPa
2. Beton yang akan diteliti merupakan beton campuran
3. Benda uji yang digunakan baik pada beton normal maupun serat adalah berbentuk silinder yang memiliki tinggi 30cm dengan diameter 15cm.

4. Bahan tambah yang digunakan adalah serat eceng gondok dengan variasi 0,5%, 1%, 1,5%, dari berat beton.
5. Bahan kimia yang digunakan adalah kapur (*calcium hydroxide*) 5% dari berat semen.
6. Pengujian kuat tekan beton yang diberikan campuran serat eceng gondok dan kapur selama 14 dan 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat eceng gondok dan kapur (*calcium hydroxide*) terhadap nilai kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui hasil kinerja mekanis yang maksimal dalam persentase optimal penambahan serat eceng gondok dan kapur (*calcium hydroxide*) dalam campuran beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Penelitian ini dapat memberikan alternatif baru dalam penggunaan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan serat batang eceng gondok dan kapur (*calcium hydroxide*) sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.
2. Penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran dikalangan mahasiswa, akademisi, dan praktisi tentang pentingnya penggunaan material ramah lingkungan dalam pembangunan infrastruktur

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, Batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, Teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisa data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 2012), beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa yang padat, kuat dan stabil. Beton normal mempunyai berat isi 2200 kg/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3 .

Sedangkan menurut (Tjokrodinuljo, 2007), dalam buku Teknologi Beton, (Tumpu, 2022). Beton adalah bahan komposit yang terbuat dari beberapa material yang menggunakan bahan utama yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, air dan material tambahan jika dibutuhkan dengan komposisi tertentu. Beton adalah material komposit, oleh karena itu kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya.

2.2 Bahan – Bahan Pembuatan Beton

Pada umumnya campuran bahan-bahan beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air atau menambahkan bahan tambah (*admixture*).

2.2.1 Semen

Semen merupakan material sangat penting dalam pembuatan bangunan pada suatu konstruksi, material ini memiliki kegunaan untuk mengikat bahan bangunan lainnya secara bersamaan. Semen terdiri dari beberapa jenis, yaitu: semen *portland*, semen *pozzolan*, dan lain-lain.

Menurut (SNI 15-2049-2004), semen *portland* dibedakan menjadi lima jenis yaitu:

- a. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.

- b. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi dari batu-batu alami, yaitu berupa batu pecah yang dihasilkan dari pemecah batu, material ini menjadi penting bagian perannya dalam menentukan besar beton. Agregat kasar terdiri dari beberapa jenis, yaitu: kerikil alami, batu pecah alami, agregat kasar buatan, dan pelindung nuklir.

Berdasarkan (SNI 03-2847-2002), pengertian agregat kasar yaitu material utama pembentuk beton yang memiliki ukuran lebih besar dari 5mm hingga 40mm, atau ukuran butiran yang tertahan pada ayakan 4,75mm. Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton berupa kerikil yang didapatkan dari *disintegrasi* alami dari batuan atau batu pecah yang diperoleh dari mesin pemecah (*stone crusher*) atau dipecahkan secara manual.

2.2.3 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam yang membantu semen dan agregat kasar terjadinya perekatan, dan mencegah terjadinya segregasi antara pasta semen dengan agregat kasar. Agregat halus merupakan pasir alami yang terbentuk secara alami melalui proses disintegrasi atau dihasilkan oleh industri pemecah batu. Agregat halus memiliki ukuran butiran maksimum sekitar 5,0 millimeter. Material ini digunakan dalam campuran beton untuk memberikan kekuatan dan kekakuan.

2.2.4 Air

Air memiliki peran penting dalam proses pembuatan beton sampai mengerasnya beton. Air berfungsi untuk mencairkan semen dengan melalui proses hidrasi, proses hidrasi ini menghasilkan pasta semen yang memiliki pengikat dengan agregat kasar dan agregat halus menjadi keras setelah mengeras dan padat. Air yang berlebihan dalam pembuatan beton sangat tidak bagus, dikarenakan akan encernya pasta semen tersebut hingga kurang kuat perekatan pada agregat kasar dan agregat halus.

Fungsi air pada campuran beton adalah digunakan untuk reaksi kimia dalam pengikatan campuran beton sehingga terjadi proses pengerasan beton dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat dalam adukan beton sehingga mudah didapatkan pada saat dituang pada media yang akan dicor. Kebutuhan air sebesar 25% dari berat semen. Perawatan beton juga menggunakan air dengan cara membasahi beton yang sudah dituang dalam cetakan (dicor). (Tjokrodinuljo, 2007).

2.2.5 Serat Batang Eceng Gondok

Eceng gondok dengan nama ilmiah (*Eichhornia carssipes*) merupakan tumbuhan air yang mengapung dengan perkembangan sangat cepat, hal ini menimbulkan sisi negatif, dengan perkembangannya yang sangat cepat dapat mengganggu ekosistem perairan. Aliran Sungai jadi terhambat karena penuh dengan tanaman gulma ini.

Penggunaan eceng gondok pada campuran beton merupakan bagian pemanfaatan limbah organik sehingga dapat mengurangi populasinya di perairan dan menciptakan material yang lebih ramah lingkungan. Eceng gondok mengandung berbagai senyawa kimia. Beberapa penelitian mengatakan abu hasil pembakaran eceng gondok mengandung oksida logam yang juga terdapat pada semen, senyawa kimia yang sama pada semen ialah: silika, kalsium oksida.

2.2.6 Kapur (*Calcium Hydroxide*)

Kapur *calcium hydroxide* adalah senyawa kimia dapat berupa kristal atau bubuk putih dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kapur ini dapat mencegahnya pembusukan dan menghilangkan bakteri. Kapur ini sering digunakan dalam campuran pembuatan obat-obatan.

Kapur merupakan material yang sering digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan sifat mekanisnya, terutama kekuatannya. Kapur dapat dijadikan sebagai pengganti sebagian semen, ketika kapur ditambahkan ke beton, ketersediaan kalsium hidroksida akan meningkat dan pembentukan kalsium silikat hidrat (CSH) akan dipercepat, yang merupakan komponen penting kekuatan beton. Kapur juga memiliki kemampuan untuk mengisi pori-pori mikro beton, yang akan menurunkan porositas dan meningkatkan kepadatan beton.

2.3 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah salah satu metode pengujian pada sampel beton yang sudah jadi untuk mencari nilai kekuatan tekan, metode pengujian ini berfungsi agar beton yang akan digunakan memenuhi syarat syarat yang direncanakan pada beban maksimal.

Berdasarkan Peraturan Beton Indonesia (PBI-1971, diperbaiki dengan SK SNI T-15-1991-03 dan 03-2847-2000), Kuat tekan beton lambangkan f'_c yaitu pada kuat tekan silinder beton yang diukur pada usia 28 hari. Kualitas beton dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan kuat tekannya yaitu:

1. Mutu beton dengan f'_c yang kurang dari 10 Mpa, digunakan untuk beton non struktur.
2. Mutu beton dengan f'_c antara 10 sampai 20 Mpa, digunakan untuk beton structural.
3. Mutu beton dengan f'_c sebesar 20 Mpa keatas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

Kuat tekan beton dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan saat pengujian (Kg/cm^2)

P = Beban tekan (Kg)

A = Luas penampang (cm^2)

2.4 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terkait dampak pengaruh serat batang eceng gondok dan kapur *calcium hydroxide* telah dilakukan sebelumnya. Penelitian tersebut menjadi landasan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggabungan eceng gondok dan kapur *calcium hydroxide* terhadap kuat tekan beton. Berikut ringkasan dari beberapa penelitian:

1. Pengaruh Pemakaian Serat Eceng Gondok Terhadap Kualitas Mutu Beton Normal

Dari hasil penelitian, pengujian dan perhitungan yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yang sehubungan dengan pengaruh yang terjadi akibat penambahan serat eceng gondok terhadap beton normal yang sesuai dengan rumusan masalah yaitu:

- Ada pengaruh terhadap mutu beton tetapi tidak signifikan.
- Perbedaannya yaitu dengan adanya campuran serat eceng gondok maka mutu beton semakin menurun.
- Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa nilai optimum dari campuran serat eceng gondok yaitu pada variasi campuran 0,1% dengan nilai rata-rata perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang memiliki campuran serat eceng gondok 0,1% yaitu 21 Mpa: 21,33Mpa, kuat tarik belah 5,702 Mpa: 5,33Mpa dan kuat lentur 2.84 Mpa: 3,16Mpa.

2. Penggunaan Batang Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton

Berdasarkan data hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan batang Eceng Gondok terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan serat batang Eceng Gondok ini mempengaruhi kuat tekan beton yang cenderung menurun seiring penambahan persentase serat batang Eceng Gondok

- Penurunan kuat tarik juga terjadi pada penelitian ini seiring dengan penambahan konsentrasi serat Eceng Gondok.
- Serat batang Eceng Gondok yang terdapat didalam beton semakin lama serat batang Eceng Gondok ini akan membusuk yang mengakibatkan timbulnya rongga rongga didalam beton sehingga menimbulkan kerapuhan beton.

3. Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Pada Campuran Beton dengan Penggunaan Agregat Kasar dari Kecamatan Mantup

Dari data yang diperoleh dan dari analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Tahapan/ cara pembuatan serat eceng gondok yaitu: pengambilan eceng gondok dari sungai daerah dekat dan dilakukan pemilahan batang dengan daun serta dilakukan pemotongan eceng gondok sebesar 3-5 cm dan kemudian pembersihan eceng gondok dengan air. Selanjutnya dilakukan penggilingan eceng gondok menjadi serat dan dilakukan pemerasan serta penyuwiran kemudian dilakukan penjemuran serat eceng gondok. Langkah terakhir serat eceng gondok yang kurang kering di oven dengan suhu 150 °C dan dengan waktu pengovenan sesuai kebutuhan.
- Dengan adanya penambahan serat eceng gondok dalam campuran beton dapat menurunkan kuat tekan. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan penambahan serat eceng gondok sebesar 0% (Normal), 4%, 6%, dan 8%

4. Alternatif Penggunaan Serat Eceng Gondok (Eichhornia Crossifesa) Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekannya

Dari data yang diperoleh dan dari analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ketika campuran beton tersebut diberi tambahan serat eceng gondok pada variasi 1% dengan umur 28 hari sebesar 60,66 kg/cm² telah mengalami penurunan dan menurun kembali pada variasi 3% dengan umur 28 hari sebesar 55,27 kg/cm² tetapi mengalami kenaikan pada variasi 5% dengan umur 28 hari sebesar 57,97 kg/cm².

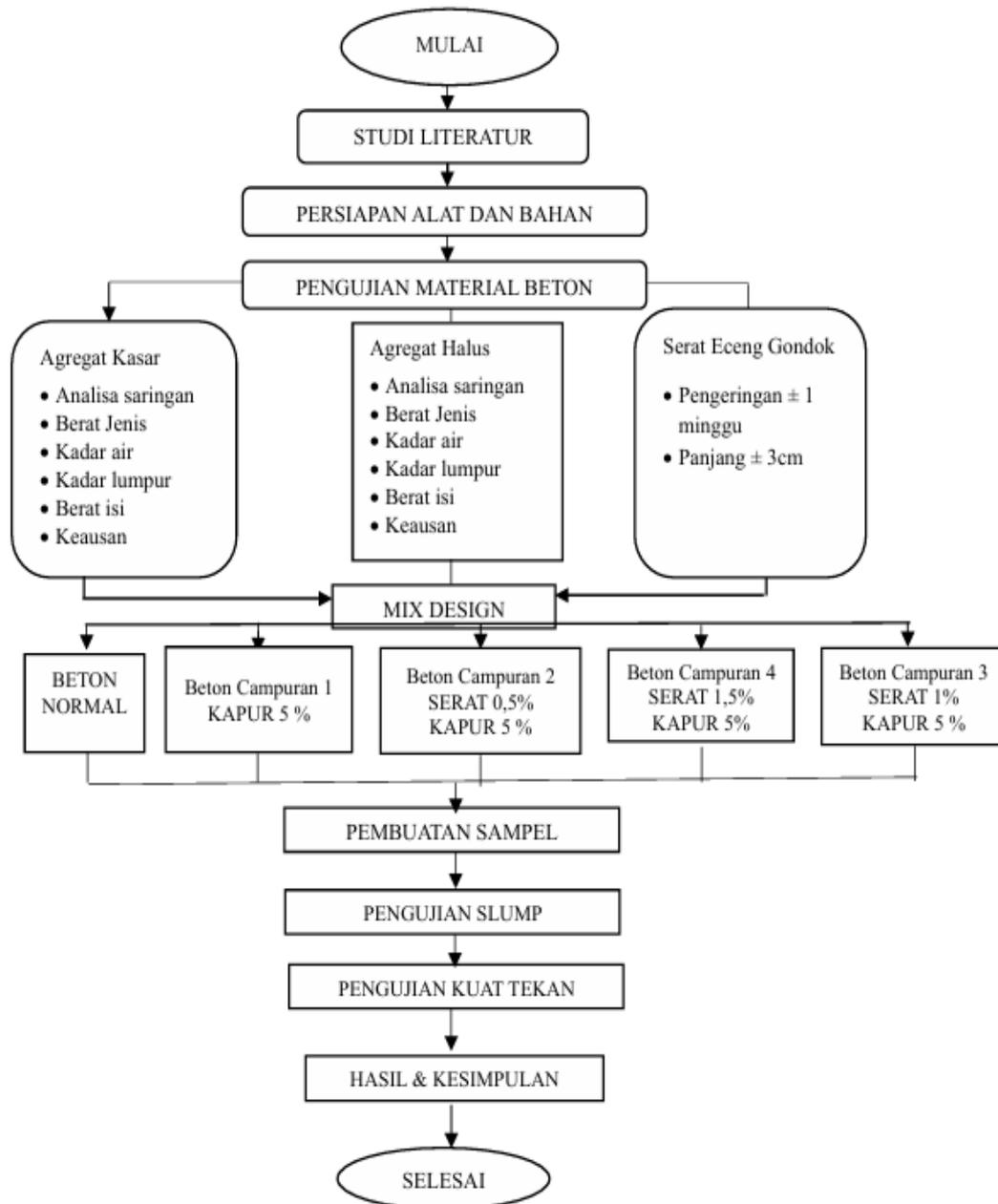
- Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa serat eceng gondok dapat di pakai dalam campuran beton dan dibutuhkan penelitian lebih dalam lagi untuk mengujinya.
5. Kapur Sebagai Bahan Tambah Untuk Beton Normal
- Kesimpulan yang dapat diambil adalah:
- Deskripsi asumsi untuk beton normal dalam penelitian ini adalah: (a) Rencana kekuatan tekan umur 28 hari adalah 20 Mpa menggunakan uji silinder dengan standar deviasi sebesar 5.25 Mpa. (b) Portland Sement menggunakan semen type I merk Tiga Roda (c) Agregat halus menggunakan agregat alami dengan berat jenis 2.739 dan agregat kasar menggunakan agregat buatan (pecahan) dengan butir maksimum 10 mm dan berat jenis 2.516. (d) Kondisi pekerjaan diasumsikan tidak terlindung dari perubahan cuaca basah dan kering. Rancangan campuran menggunakan metode SNI – 03 – 2834 – 1993. Sifat dan karakteristik bahan di uji di Laboratorium Uji Bahan - Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Komposisi untuk satu meter kubik campuran percobaan adalah (1) Portland cement 350 Kg (2) air 210 liter, (3) agregat halus 806 kg dan (4) agregat kasar 984 kg.
 - Variasi kadar kapur yang ditambahkan dalam campuran beton normal berdasarkan prosentase berat semen dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70%. Pengujian beton segar hanya dilakukan untuk uji slump untuk mengetahui kemudahan pekerjaan. Pada beton keras dilakukan uji kekuatan tekan dan berat isinya.
 - Populasi untuk benda uji 20 buah dan diambil secara acak sebanyak 15 buah untuk dilakukan pengujian tekan. Selanjutnya hasil data diuji di analisis menggunakan statistik. Hasil uji persyaratan analisis data terdistribusi normal dan homogen.
 - Rata rata berat isi untuk berbagai variasi kadar kapur sebesar 2330 kg/m³. Nilai optimum kadar kapur yang didapat sebesar 19% dengan nilai kekuatan tekan sebesar 22.3 Mpa.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Berikut adalah bagan alir terkait pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode *experiment* penggunaan serat batang eceng gondok sebagai bahan tambah dan kapur *calcium hydroxide* sebagai substitusi semen, dimana dilakukan percobaan-percobaan untuk mendapatkan data atau hasil yang diperlukan.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang sudah direncanakan dan akan dilakukan dalam pembuatan beton yang mempunyai beberapa proses untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal sesuai dengan standar yang berlaku. Diantara tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Sebelum memulai penelitian, dilakukan studi literatur terhadap pokok bahasan penelitian yang bisa dijadikan acuan terhadap penelitian yang akan dilakukan. Studi ini dilakukan untuk mencari standarisasi pada tiap ujian yang akan dilakukan pada penelitian ini.

2. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan dilakukan untuk memastikan material dan alat yang akan digunakan. Material harus dipersiapkan seperti agregat halus, agregat kasar, semen, air, serat batang eceng gondok dan kapur *calcium hydroxide*.

3. Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk memastikan kondisi material sesuai dengan acuan yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Pengujian yang dilakukan adalah pemeriksaan berat jenis, berat isi, kadar air, kadar lumpur, analisa saringan dan keausan pada material yang akan digunakan pada penelitian.

4. *Mix Design*

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan untuk menentukan proporsi material dalam campuran beton guna mencapai sifat dan kinerja yang diinginkan. Perencanaan ini mengacu pada standarisasi SNI 2834-2000. Hasil perencanaan ini didapatkan dari rasio perbandingan antara agregat kasar, agregat halus, air dan semen.

5. Pembuatan Sampel

Setelah dilakukan perhitungan *mix design*, maka dilakukan pembuatan sampel menggunakan rasio yang sudah didapatkan pada sebelumnya dengan mencampurkan seluruh material, yaitu: agregat kasar, agregat halus, air, semen, bahan penambahan serat batang eceng gondok dan substitusi kapur *calcium hydroxide*.

6. Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui kekentalan atau konsistensi campuran beton segar. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *workability* suatu beton segar.

7. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton menahan beban tekan hingga batas maksimumnya.

8. Pembahasan dan Kesimpulan

Setelah didapat hasil kuat tekan yang dapat ditahan beton dalam proses pengujian kuat tekan, maka nilai tersebut akan diolah pada tahap analisa data dan pembahasan. Hasil dari analisa data tersebut akan menunjukkan nilai kuat tekan beton tersebut.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Proses Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian yang dilakukan direncanakan kurang lebih 2 bulan dan dimulai pada pertengahan bulan April.

3.5 Sumber dan Teknik Pengambilan Data

3.5.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dilaboratorium, yaitu:

1. Analisa saringan agregat (SNI 03-1968-1990)
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1970-2016)
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970-2016)

4. Pemeriksaan berat isi agregat kasar (SNI 03-4804, 1998)
5. Pemeriksaan berat isi agregat halus (SNI 03-4804, 1998)
6. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011)
7. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI -03-4142-1996)
8. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 2834-2000)
9. Pembuatan benda uji beton (SNI 2493:2011)
10. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011)

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data yang didapat dari studi buku dan beberapa jurnal atau penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Data sekunder juga didapat dari bimbingan langsung melalui dosen pembimbing Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil optimal. Peralatan tersebut tersedia di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6.1 Alat

Berikut adalah beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini:

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
Agregat halus : No.4, No.8, No.16, N0.30, No.50, No.100, 200, Pan
Agregat kasar : 1^{1/2}" , 1, ^{3/4}" , ^{1/2}" , ^{3/8}" , No.4.
Timbangan digital, digunakan untuk menimbang material dan bahan yang akan dipakai pada penelitian.
2. Oven, digunakan untuk memanaskan dan mengeringkan material yang akan digunakan.
3. Skop tangan, digunakan untuk mengambil bahan material dan meratakan material.

4. Plastik 5 kg, digunakan untuk memisahkan material yang sudah dilakukan pengujian dan wadah sementara.
5. *Stopwatch* dipakai untuk mengukur waktu pada beberapa percobaan.
6. Wadah, untuk menampung material yang nantinya akan dipakai.
7. Cetakan silinder digunakan sebagai bekisting untuk mencetak sampel beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Gelas ukur, dipakai untuk mengukur takaran air yang diperlukan.
9. Plastik 10 kg di gunakan sebagai tempat meletakkan material sebelum di masukan kedalam mixer.
10. *Mixer* beton, alat yang dipakai untuk membuat campuran beton dengan cara mencampurkan semua material yang diperlukan.
11. Pan, sebagai alas dan tempat campuran beton yang sudah dikeluarkan dari *mixer* dan tempat mengaduk beton segar.
12. Satu set alat *slump test* yang terdiri atas *kerucut abrams*, penggaris, plat baja, dan tongkat pemadat.
13. Mesin uji kuat tekan, untuk menguji nilai kuat tekan sampel beton.

3.6.2 Bahan

Bahan atau material yang akan digunakan pada penelitian terdahulu:

1. Agregat Kasar
Agregat kasar yang akan digunakan adalah kerikil yang terdapat di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Agregat Halus
Agregat Halus yang akan digunakan adalah pasir alam yang terdapat di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Semen
Menggunakan semen portland dengan pengamatan yang dilakukan berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kelulusan butiran terhadap semen.
4. Serat Batang Eceng Gondok

Eceng gondok yang akan digunakan pada penelitian ini terdapat dari sungai atau kolam telantar, kemudian serat dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 1 minggu dan dipotong dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.2: Serat Batang Eceng gondok.

5. Kapur *Calcium Hydroxide*

Kapur yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kapur *calcium hydroxide* yang dibeli secara daring atau olshop.



Gambar 3.3: Kapur *calcium hydroxide*.

6. Air

Air yang digunakan merupakan air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.7 Jumlah Benda Uji

Benda uji dibuat didalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Benda uji tersebut akan dikeluarkan dari cetakan dan akan memasuki proses *curing* atau perawatan beton hingga 14 dan 28 hari. Setelah itu sampel akan diuji kuat tekannya dengan uji compression test. Sampel yang direncanakan sebesar 24 buah dengan 3 variasi campuran dan 1 beton normal, dimana setiap variasi memiliki 3 sampel dengan waktu hari yang berbeda, seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Jumlah Benda Uji.

No	Variasi	14 Hari	28 Hari
1	Beton Normal	3	3
2	Beton Campuran 1 • Kapur 5%	3	3
3	Beton Campuran 2 • Eceng Gondok 0,5% • Kapur 5%	3	3
4	Beton Campuran 3 • Eceng Gondok 1% • Kapur 5%	3	3
5	Beton Campuran 4 • Eceng Gondok 1,5% • Kapur 5%	3	3
	Jumlah Benda Uji	15	15
	Total Sampel	30	

3.8 Persiapan Penelitian

Sebelum dilakukan pengujian material, maka dilakukan persiapan penelitian material, dimulai dari semen, agregat kasar, agregat halus dan bahan tambahan serat

eceng gondok, kapur *calcium hydroxide*. Serat eceng gondok dikeringkan terlebih dahulu dan dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Untuk mempermudah tahap-tahapan penelitian, material yang sudah disiapkan dipisahkan terlebih dahulu agar tidak tercampur dengan material lainnya. Setiap material sudah dipastikan telah bersih dari tanah yang menempel dan dalam keadaan kering.

3.9 Langkah – Langkah Pengujian

Setelah semua alat dan bahan yang dibutuhkan sudah tersedia, maka tahap selanjutnya adalah melakukan langkah-langkah pengujian material dan melakukan uji kuat tekan beton pada sampel beton yang telah jadi.

3.9.1 Pengujian Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu metode pengujian untuk menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan satu set saringan. Langkah kerja pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyusun set saringan untuk agregat halus ataupun untuk agregat kasar
2. Menimbang benda uji sesuai berat yang diinginkan
3. Masukkan material paling atas ayakan, kemudian diayak hingga butiran material jatuh kebawah dan terpisah merata.
4. Timbang material yang tertahan pada setiap saringan, kemudian mencatat berat material tersebut.

3.9.2 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan pada setiap agregat. Berikut langkah-langkah pengujian ini:

A. Agregat Kasar

1. Material yang sudah disiapkan direndam kedalam air hingga 24 jam.
2. Kemudian buang air dan saring material menggunakan serbet.
3. Menimbang material dan mencatat beratnya.

4. Material yang sudah ditimbang, dimasukkan kedalam oven dengan temperature $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
5. Keluarkan sampel dari oven kemudian diamkan hingga suhu ruangan.
6. Menimbang sampel kembali dan mencatat.

Untuk menghitung berat jenis dan penyerapan pada agregat kasar menggunakan rumus pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Rumus menghitung berat jenis agregat kasar.

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (Sd)	$\frac{A}{(B - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)	$\frac{B}{(B - C)}$
Berat jenis semu (Sa)	$\frac{A}{(A - C)}$
Penyerapan air (Sw)	$\left[\frac{B}{B - A}\right] \times 100\%$

Keterangan

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan diudara (gr)

C = Berat benda uji dalam air (gr)

B. Agregat Halus

1. Material yang sudah dalam kondisi *SSD* ditimbang dengan berat sampel yang direncanakan.
2. Timbang dan catat berat piknometer.
3. Kemudian masukkan air kedalam piknometer dan timbang Kembali.
4. Setelah itu masukkan material kedalam piknometer berisi air dan panaskan selama 15 menit sambil menggoyangkan setiap 5 menit agar gelembung udara keluar.

Untuk menghitung berat jenis dan penyerapan pada agregat halus menggunakan rumus pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Rumus menghitung berat jenis agregat halus.

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (Sd)	$\frac{A}{(B + S - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)	$\frac{S}{(B+S-C)}$
Berat jenis semu (Sa)	$\frac{A}{(B+A-C)}$
Penyerapan air (Sw)	$[\frac{S-A}{A}] \times 100\%$

Keterangan

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat piknometer penuh berisi air (gr)

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

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

3.9.3 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air adalah suatu metode pengujian untuk menentukan persentase kadar air pada material dengan membandingkan agregat dalam basah dan dalam keadaan kering. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menimbang agregat dengan yang direncanakan.
2. Memasukkan agregat pada wadah.
3. Setelah itu menimbang berat agregat dengan wadah.
4. Kemudian wadah tersebut dimasukkan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
5. Keluarkan wadah tersebut dan dibiarkan sampai dingin.
6. Timbang Kembali agregat dan wadah tersebut.

Setelah didapatkan berat masing masing, maka kadar air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat contoh SSD dan berat wadah} &= W1 \\
 \text{Berat contoh kering oven dan berat wadah} &= W2 \\
 \text{Berat Wadah} &= W3 \\
 \text{Berat air} &= W1 - W2 \qquad (3.1)
 \end{aligned}$$

$$\text{Berat contoh kering} = W_2 - W_3 \quad (3.2)$$

$$\text{Kadar air} = \left[\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \right] \times 100\% \quad (3.3)$$

3.9.4 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur merupakan perbandingan antara berat agregat yang mengandung kadar lumpur dengan agregat sebelum melakukan pencucian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur pada agregat tersebut. Menurut (SK SNI S – 04 – 1989 – F) syarat mutu kadar lumpur pada agregat ialah:

1. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur dari 1%.

Adapun langkah langkah kerja pada pengujian kadar lumpur agregat ialah:

1. Siapkan agregat dengan berat yang direncanakan
2. Timbang berat wadah
3. Masukkan agregat kedalam wadah yang sudah ditimbang.
4. Cuci agregat sampai air bersih dan tidak keruh lagi.
5. Masukkan agregat kedalam wadah dan timbang kembali.
6. Masukkan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
7. Kemudian dikeluarkan dan timbang kembali agregat tersebut.

3.9.5 Berat Isi Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan agregat dalam campuran beton. Berat isi merupakan proses pengukuran massa persatuan volume agregat. Langkah langkah kerja pada berat isi sebagai berikut:

1. Siapkan material yang akan diuji.
2. Mengukur volume wadah
3. Kemudian masukkan material dalam kondisi kering oven kedalam wadah baja sebanyak 1/3, lalu ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
4. Lakukan hal yang sama pada 2/3 dan 3/3 (penuh).
5. Ratakan permukaan benda uji menggunakan mistar ketika wadah baja sudah penuh.
6. Timbang benda uji dan wadah

7. Kemudian mencatat hasilnya.

Setelah melakukan langkah kerja diatas, maka dapat dihitung analisa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Berat contoh SSD dan berat wadah} &= W1 \\ \text{Berat wadah} &= W2 \\ \text{Volume wadah} &= V \\ \text{Berat agregat (W3)} &= W1 - W2 \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\text{Berat isi} = \frac{W3}{V} \quad (3.5)$$

3.10 Pembuatan Sampel (Benda Uji)

Setelah melakukan pengujian pada tiap agregat, maka data data tersebut digunakan pada perencanaan campuran beton (*mix design*). *Mix design* bertujuan untuk menentukan perbandingan kebutuhan material penyusun beton yang akan digunakan pada benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan setelah mendapatkan persentase masing-masing kebutuhan bahan pembentuk beton setelah melakukan *mix design* dan dimasukkan kedalam alat *mixer*. Kemudian benda uji akan dicetak pada cetakan silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Adapun langkah pengerjaan dalam pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Menentukan mutu beton yang direncanakan.
2. Menentukan persentase komposisi material beton.
3. Tetapkan factor air semen berdasarkan kuat tekan rencana beton.
4. Mempersiapkan alat *mixer* yang akan digunakan dalam pencampuran material beton.
5. Masukkan material komposisi campuran beton kedalam mesin *mixer* dimulai dari agregat kasar, agregat halus dan semen.
6. Masukkan air kedalam mesin *mixer* dengan takaran yang dibutuhkan menggunakan gelas ukur berdasarkan perhitungan *mix design* yang didapatkan.
7. Nyalakan mesin mixer sampai semua bahan tercampur merata.
8. Setelah campuran beton terbentuk, keluarkan beton tersebut ke pan dan dimasukkan kedalam kerucut abrams, kemudian melakukan *slump test* untuk mendapatkan nilai slump.

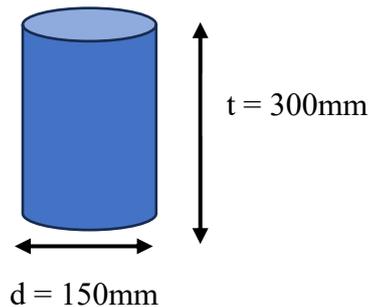
9. Setelah melakukan *slump test*, tuangkan Kembali beton segar kedalam cetakan silinder sampai terisi 1/3, lalu beton dirojok dengan tongkat pemadat agar gelembung udara keluar. Lakukan kembali tahap ini sampai 2/3 cetakan hingga 3/3 (penuh) dengan melakukan rojokan setiap tahap, pastikan tidak ada gelembung udara yang tersangkut didalam beton segar.
10. Tunggu sampai 24 jam hingga beton mengeras, kemudian buka cetakan silinder.

Berdasarkan penelitian terdahulu penambahan serat batang eceng gondok terhadap beton mengalami penurunan kuat tekan, sedangkan penambahan kapur *calcium hydroxide* (kapur padam) terhadap beton mengalami kenaikan kuat tekan. Maka dengan itu dibuat persentase campuran serat batang eceng gondok dan kapur *calcium hydroxide* (kapur padam) terhadap kuat tekan beton pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4: Persentase Campuran Beton.

Tipe beton	Semen (%)	Air (%)	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	Serat Eceng Gondok (%)	Kapur <i>Calcium hydroxide</i> (%)
Beton normal	100	100	100	100	-	-
Beton Campuran 1 Kapur <i>Calcium Hydroxide</i> 5%	95	100	100	100	-	5
Beton Campuran 2 Serat Eceng Gondok 0,5% Kapur <i>Calcium Hydroxide</i> 5%	95	100	100	100	0,5	5
Beton Campuran 3 Serat Eceng Gondok 1% Kapur <i>Calcium Hydroxide</i> 5%	95	100	100	100	1	5

Beton Campuran 4	95	100	100	100	1,5	5
Serat Eceng Gondok 1,5%						
Kapur <i>Calcium</i> <i>Hydroxide</i> 5%						



Gambar 3.4: Dimensi Benda Uji.

3.11 Pemeriksaan *Slump Test*

Slump test adalah metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keenceran beton segar sebelum beton mengeras dan memastikan kualitas campuran beton dengan spesifikasi yang diinginkan. Adapun langkah-langkah kerja *slump test*, sebagai berikut:

1. Membasahi kerucut abrams dan meletakkan diatas pan yang rata permukaan.
2. Beton dimasukkan kedalam dengan tahap 1/3 tinggi kerucut dan ditusuk sampai 25 kali
3. Dilakukan ulang pada tahap 2/3, 3/3 dan ditusuk 25 kali setiap tahapnya.
4. Permukaan kerucut abrams diratakan, lalu diangkat keatas secara perlahan.
5. Letakkan kerucut abrams pada posisi terbalik disamping beton segar.
6. Ukur dan catat nilai *slump* nya.

Menurut SNI 2493:2011, pengujian slump tidak sesuai untuk beton terlalu kering, yaitu beton dengan nilai slump kurang dari 6 mm. Ukur slump masing masing campuran beton segera setelah selesai pengadukan sesuai dengan SNI 03-1972-1990

3.12 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah salah satu metode pengujian pada sampel beton yang sudah jadi untuk mencari nilai kekuatan tekan, metode pengujian ini berfungsi agar beton yang akan digunakan memenuhi syarat syarat yang direncanakan pada beban maksimal. Menurut (SNI 03-1974-1990), kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Maka dari gaya tersebut dapat dihitung nilai kuat tekan pada beton tersebut dengan persamaan:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.6)$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

P = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)



Gambar 3.5: Ilustrasi uji kuat tekan beton.

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Umum

Pada pemeriksaan awal yang dilakukan penulis yaitu memperoleh data hasil pengujian material agregat yang diperlukan meliputi, Analisa Saringan, Berat Jenis Agregat, Kadar Air Agregat, Berat Isi Agregat, dan Kadar Lumpur Agregat. Pemeriksaan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan Pedoman SNI yang berlaku dan pedoman beton lainnya.

4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang dilakukan mengacu pada (SNI-1970, 2016). Dari hasil pengujian maka didapat nilai nilai seperti pada Tabel 4.2 dibawah ini. Pada Tabel tersebut terdapat 3 macam berat jenis yang diuji yaitu, berat jenis contoh kering, berat jenis kering permukaan (SSD) dan berat jenis Semu. Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapat nilai rata-rata Berat Jenis Contoh Kering 2,46 gr, Berat Jenis Permukaan (SSD) 2,46 gr dan Berat Jenis Semu 2,47 gr sehingga didapat nilai penyerapan rata-rata pada pengujian dasar ini sebesar 0,25%.

Tabel 4.1: Hasil Pengujian Dari Berat Jenis Agregat Kasar.

Nama Contoh		Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
<i>Wt of SSD sample in Air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh) (A)	A	2400	2478	2439
<i>Wt of SSD sample in Water</i> (Berat contoh SSD didalam air) (B)	B	1426	1470	1448
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110°C) Sampai Konstan (C)	C	2394	2472	2433

Tabel 4.1: Lanjutan

<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat Jenis contoh SSD)	$\frac{A}{A-B}$	2,464	2,458	2,46
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh kering)	$\frac{C}{A-B}$	2,458	2,452	2,46
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu)	$\frac{C}{C-B}$	2,47314	2,46707	2,47
Penyerapan air (%)	$\frac{A-C}{C} \times 100$	0,25	0,24	0,25

4.2.2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Berdasarkan acuan pengujian yaitu (SNI 03-1968-1990) tentang pengujian Analisa saringan agregat kasar, berikut merupakan hasil pengujian Analisa gradasi agregat kasar yang tertera pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar.

Ukuran Saringan		Retained Fraction				Cumulative		Batas Zona	
ASTM	SNI	Sampel 1	Sampel 2	Total	% Berat Tertahan	Berat Tertahan	Berat Lolos	Min	Max
Inchi	mm	gr	gr	gr	%	%	%		
1 inci	25,4	0	0	0	0	0	100	100	100
3/4 inci	19,1	23	18	41	1,66	1,66	98	95	100
1/2 inci	12,7	674	681	1355	54,93	56,59	43,41	20	50
3/8 inci	9,52	422	439	861	34,90	91,49	8,51	0	15
No. 4	4,75	117	93	210	8,51	100,00	0,00	0	5
N.8	2,36	0	0	0	0,00	100,00			
No.16	1,18	0	0	0	0,00	100,00			
No. 30	0,6	0	0	0	0,00	100,00			
No. 50	0,3	0	0	0	0,00	100,00			
No. 100	0,15	0	0	0	0,00	100,00			
No. 200	0,075	0	0	0	0,00	100,00			
Pan		0	0	0	0,00	100,00	0,00	0	0
Jumlah		1236	1231	2467		749,7377			
FM		7,50							

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil Pemeriksaan Analisa saringan agregat kasar maka diperoleh Nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah Kumulatif Tertahan (\%)}}{100} \\
 &= \frac{749,737}{100} \\
 &= 7,50
 \end{aligned}$$

Nilai ini sudah memenuhi interval untuk modulus kehalusan agregat kasar sesuai spesifikasi, sehingga agregat kasar ini dapat digunakan untuk campuran beton.

4.2.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar yang telah dilakukan dan mengacu kepada (SNI-03-4142-1996) Maka dari itu didapat nilai kadar lumpur rata-rata yaitu sebesar 0,7%. Sesuai dengan SK SNI S-04 1989-F kadar lumpur agregat normal yang diijinkan untuk agregat kasar (split) maksimal 1% dan agregat tidak perlu dicuci kembali. Hasil nilai pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Nilai Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat wadah	W1		501	504	gr
Berat wadah + sampel awal	W2		1501	1504	gr
Berat wadah + sampel akhir	W3		1493	1498	gr
Berat sampel awal	A	(W2-W1)	1000	1000	gr
Berat sampel akhir	B	(W3-W1)	992	994	gr
Berat kotoran pada agregat	C	(A-B)	8	6	gr
Persentase kotoran		(C/A) x100	0,8	0,6	%
Rata – rata			0,7		%

4.2.4 Berat Isi Agregat Kasar

Dari pengujian berat isi yang telah dilakukan pada agregat kasar diperoleh rata – rata berat isi dengan nilai 1,72%. Pelaksanaan pengujian ini berpedoman pada

(SNI 03-4804-1998), hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Dilepas	Ditusuk	Digoyang
Berat sampel + wadah	W1		gr	23351	24213	24309
Berat wadah	W2		gr	5300	5300	5300
Berat sampel	W3	W1-W3	gr	18051	18913	19009
Volume Wadah	W4		cm ³	10851,84	10851,84	10851,84
Berat isi	V1	W3/V1	gr/cm ³	1,66	1,74	1,75
Rata - rata				1,72		

4.2.5 Kadar Air Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat kasar berpedoman pada (SNI 1971-2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat wadah	W1		1502	1505	gr
Berat wadah + sampel awal	W2		1491	1496	gr
Berat wadah + sampel akhir	W3		502	505	gr
Berat sampel awal	A	(W1-W3)	1000	1000	gr
Berat sampel akhir	B	(W2-W3)	989	991	gr
Kadar air agregat		$\frac{(A-B)}{B} \times 100$	1,11	0,91	%
Rata – rata			1,01		%

4.3 Pemeriksaan Agregat Halus

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian Analisa saringan pada agregat halus berpedoman pada (SNI 03-1968-1990). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus.

Ukuran Ayakan	Retained Fraction			% Berat Tertahan	Cumulative		Batas Zona 2	
	Sampel 1	Sampel 2	Total		Berat Tertahan	Berat Lolos		
mm	gr	gr	gr	%	%	%	Min	Max
9,5 (3/8 inci)	0	0	0	0	0	100	100	100
4,75 (No.4)	3	2	5	0,20	0,20	99,80	90	100
2,36 (No.8)	189	185	374	15,20	15,40	84,60	75	100
1,18 (No.16)	325	316	641	26,05	41,45	58,55	55	90
0,6 (No.30)	279	287	566	23,00	64,45	35,55	35	59
0,3 (No.50)	262	266	528	21,45	85,90	14,10	8	30
0,15 (No.100)	117	120	237	9,63	95,53	4,47	0	10
0,075 (No.200)	47	56	103	4,19	99,72	0,28		
Pan	4	3	7	0,28	100,00	0,00		
Jumlah	1226	1235	2461		302,9256			
FM	3,03							

Berdasarkan Tabel 4.6, maka nilai modulus halus dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah Kumulatif Tertahan (\%)}}{100} \\ &= \frac{302,92}{100} \\ &= 3,03 \end{aligned}$$

Hasil dari modulus kehalusan agregat halus didapatkan 3,03, yang mana pada umumnya nilai intervalnya antara 1,5 sampai 3,8. Jadi dari hasil uji nilainya sudah memenuhi syarat yang telah ditetapkan pada Tabel 4.6 tersebut.

4.3.2 Berat Jenis Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis agregat halus berpedoman pada (SNI-1970, 2016). Hasil dari pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) Passing No.4 (Lolos Saringan No. 4)	01	02	<i>AVE</i> (Rata-Rata)
<i>Wt of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) (D)	662	662	662
<i>Wt. of Flask + Water + Sample</i> (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) C	964	975	969,5
<i>Wt. of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering oven (110° C) Sampai Konstan) E	487	482	484,5
<i>Bulk SP. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) B/ (B+D-C)	2,53	2,67	2,600
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (berat jenis contoh kering) E/B+D-C	2,63	2,85	2,742
Apparent Sp. Gravity-Dry (Berat jenis contoh semu) E/(E+D-C)	2,46	2,58	2,52
<i>Absorption</i>	2,67	3,73	3,202
$(A - Bk) / Bk \times 100 \%$			

Pada Pengujian Berat jenis agregat kasar didapatkan rata rata nya sebesar 2,742 gr/cm³.

4.3.3 Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat halus berpedoman pada (SNI 03-4804, 1998). Hasil dari pengujian yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Satuan	Lepas	Tusuk	Goyang
Berat Sampel + Wadah	W1		gr	19062	20091	20618
Berat Wadah	W2		gr	5300	5300	5300
Berat Sampel	W3	W1-W3	gr	13762	14791	15318
Volume Wadah	V1		cm ³	10851,84	10851,84	10851,84
Berat Isi		W3/V1	gr/cm ³	1,27	1,36	1,41
Rata-rata				1,35		

Dari pengujian berat isi yang telah dilakukan pada agregat halus diperoleh rata-rata dengan nilai 1,35 gr/cm³

4.3.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat halus mengacu pada (SNI-03-4142-1996). Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat wadah	W1		501	504	gr
Berat wadah + sampel awal	W2		1501	1504	gr
Berat wadah + sampel akhir	W3		1462	1471	gr
Berat sampel awal	A	(W2-W1)	1000	1000	gr
Berat sampel akhir	B	(W3-W1)	961	967	gr
Berat kotoran pada agregat	C	(A-B)	39	33	gr
Persentase kotoran		(C/A) x100	3,9	3,3	%
Rata – rata			3,6		%

Pengujian ini dilakukan 2 kali yang pertama didapatkan hasilnya dengan nilai 3,9%, dan yang kedua didapatkan hasilnya dengan nilai 3,3%. Maka hasil rata-rata kadar lumpur pada agregat halus yaitu 3,6%.

4.3.5 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat halus berpedoman pada (SNI 1971-2011). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.

Keterangan	Notasi	Persamaan	Benda Uji		Satuan
			I	II	
Berat Wadah + Sampel Awal	W1		999	1002	gr
Berat Wadah + Sampel Akhir	W2		985	982	gr
Berat Wadah	W3		499	502	gr
Berat sampel awal	A	$(W1-W3)$	500	500	gr
Berat Sampel Akhir	B	$(W2-W3)$	486	480	gr
Kadar Air Agregat	C	$\frac{(A-B)}{B} \times 100$	2,88	4,17	%
Rata -rata			3,52		%

Pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan dua kali dengan hasil uji yang pertama sebesar 2,88%, sedangkan hasil uji kedua dengan nilai sebesar 4,17%. Maka rata rata kadar air pada agregat halus sebesar 3,52%.

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Setelah melakukan seangkaian pengujian komprehensif terhadap sifat fisik dan mekanik pada agregat halus dan agregat kasar, maka seluruh data-data hasil pengujian tersebut tersebut untuk perencanaan campuran beton dengan kekuatan beton yang akan direncanakan sebesar 20 Mpa serta kelecakan campuran beton yang dapat mempermudah proses pengerjaan. Adapun data-data tersebut dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Data-data tes dasar.

No.	Data Tes Dasar	Nilai
1	Mutu beton rencana	20 Mpa
2	Modulus kehalusan (FM) agregat halus	3,03
3	Modulus kehalusan (FM) agregat kasar	7,50
4	Kadar air agregat halus	3,52%
5	Kadar air agregat kasar	1,01%
6	Berat jenis agregat halus	2,60 gr/cm ³
7	Berat jenis agregat kasar	2,46 gr/cm ³
8	Daya serap agregat halus	3,20%
9	Daya serap agregat kasar	0,25%
10	Kadar lumpur agregat halus	3,6%
11	Kadar lumpur agregat kasar	0,7%
12	Berat isi agregat halus	1,35 gr/cm ³
13	Berat isi agregat kasar	1,72 gr/cm ³
14	Nilai slump	75–100 mm

4.5 Perhitungan *Mix Design* Beton Kapur Serat Eceng Gondok

4.5.1 *Mix Design* Beton

Setelah melakukan berbagai jenis pengujian untuk material yang mau digunakan pada campuran beton, data yang didapatkan akan digunakan untuk merencanakan campuran beton (*mix design*). Sesuai dengan rencana penelitian ini. Kuat tekan beton rencana Adalah 20 Mpa yang berpedoman pada SNI 2834-2000. Adapun Langkah – Langkah dalam perencanaan beton seperti berikut:

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) adalah 20 Mpa dengan umur 14 hari dan 28 hari.
2. Semen yang digunakan Adalah Portland tipe 1.
3. Agregat halus yang digunakan diperoleh dari binjai.
4. Agregat kasar yang digunakan Adalah kerikil/batu pecah dengan ukuran maksimum 19mm diperoleh dari binjai.
5. Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0,54.
6. FAS maksimum untuk beton diluar ruangan tidak terlindungi hujan dan

matahari adalah 0,6 dengan berat semen minimum 325 kg/m³.

7. Nilai slump yang direncanakan Adalah 75-110 mm.
8. Kadar air bebas yang digunakan Adalah 204,9 kg/m³.
9. Jumlah semen yang digunakan Adalah

$$\begin{aligned} W \text{ semen} &= W \text{ air} / FAS \\ &= 204,9 / 0,54 \\ &= 379,44 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Nilai ini lebih besar dari berat semen minimum maka tidak perlu dirubah.

10. Persentase agregat halus yang didapat adalah 42,5%
11. Persentase agregat kasar untuk agregat gabungan Adalah 100% dikurang agregat halus, yaitu 57,5%
12. Berat jenis agregat halus Adalah 2,64 dan agregat kasar 2,45 berdasarkan pemeriksaan agregat yang telah dilakukan. Maka berat jenis agregat campuran Adalah 2,53.
13. Berat isi beton basah didapat berdasarkan hitungan Adalah 2250 kg/m³.

14. Kadar agregat campuran,

$$\begin{aligned} Ag \text{ camp} &= \text{Berat isi beton} - W_{\text{semen}} - W \text{ air} \\ &= 2250 - 379,44 - 204,9 \\ &= 1665,66 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

15. Kadar agregat kasar dan agregat halus

$$\begin{aligned} Ag \text{ Kasar} &= \% Ag \text{ kasar} \times Ag \text{ Camp} \\ &= 57,5\% \times 1665,66 \\ &= 957,75 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ag \text{ Halus} &= \% Ag \text{ halus} \times Ag \text{ camp} \\ &= 42,5\% \times 1665,66 \\ &= 707,90 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

16. Perbandingan kadar semen, agregat halus, agregat kasar dan air pada rencana campuran beton untuk 1m³

$$\text{Air} = 204,9 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Semen} = 379,44 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat Halus} = 707,90 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat Kasar} = 957,75 \text{ kg/m}^3$$

4.5.2 Kebutuhan Material

Berdasarkan hasil perencanaan campuran beton yang telah dilakukan, maka kebutuhan bahan material untuk benda uji silinder sebagai berikut:

Untuk setiap 1 benda uji:

$$\text{Diameter (D)} = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 t \\ &= \frac{1}{4} \pi \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan material untuk setiap benda uji Adalah.

$$\text{Air} = 204,9 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 1,08 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 379,44 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 2,01 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 707,90 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 3,75 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat kasar} = 957,75 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 5,07 \text{ kg}$$

4.5.3 Kebutuhan Kapur

Kebutuhan bahan pengganti dari semen dalam penelitian ini didapat dari kapur *calcium hydroxide*. Persentase yang digunakan Adalah 5% dari berat semen untuk sampel beton. Maka berat kapur yang dibutuhkan dapat dilihat pada Table 4.12.

Tabel 4.12: Kebutuhan Kapur *Calcium Hydroxide* untuk 1 Benda Uji Pada Umur 14 hari dan 28 hari.

Variasi	Persentase kapur digunakan (%)	Berat Semen 1 Benda Uji (Kg)	Berat kapur yang dibutuhkan (Kg)
BK	5	1,90	0,100
BKSEC 0,5%	5	1,90	0,100
BKSEC 1%	5	1,90	0,100
BKSEC 1,5%	5	1,90	0,100

4.5.4 Kebutuhan Serat Eceng Gondok

Pada penelitian ini juga menggunakan bahan tambah serat eceng gondok. Serat eceng gondok ini didapat dari hasil berat beton rata rata 12,483, dengan persentase eceng gondok 0,5%, 1% dan 1,5%. Maka berat eceng gondok dapat dilihat di Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Kebutuhan Serat Eceng Gondok untuk 1 Benda Uji Pada Umur 14 hari dan 28 hari.

Variasi	Persentase Eceng Gondok (%)	Berat eceng gondok dibutuhkan (Kg)
BKSEC 0,5%	0,5%	0,062
BKSEC 1%	1%	0,124
BKSEC 1,5%	1,5%	0,187

4.5.5 Kebutuhan Material Keseluruhan

Kebutuhan bahan setiap variasi umur 14 hari dan 28 hari pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Kebutuhan Material untuk 3 Benda Uji.

No	Kode Benda Uji	Serat Eceng Gondok	Semen + kapur		Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air 100% (kg)
			Semen (Kg)	Kapur (Kg)			
1	BN		6,03 (100%)		11,25 (100%)	15,21 (100%)	3,24 (100%)
2	BK		5,73 (95%)	0,301 (5%)	11,25 (100%)	15,21 (100%)	3,24 (100%)
3	BKSEC 0,5%	0,187 (0,5%)	5,73 (95%)	0,301 (5%)	11,25 (100%)	15,21 (100%)	3,24 (100%)
4	BKSEC 1%	0,372 (1%)	5,73 (95%)	0,301 (5%)	11,25 (100%)	15,21 (100%)	3,24 (100%)
5	BKSEC 1,5%	0,561 (1,5%)	5,73 (95%)	0,301 (5%)	11,25 (100%)	15,21 (100%)	3,24 (100%)

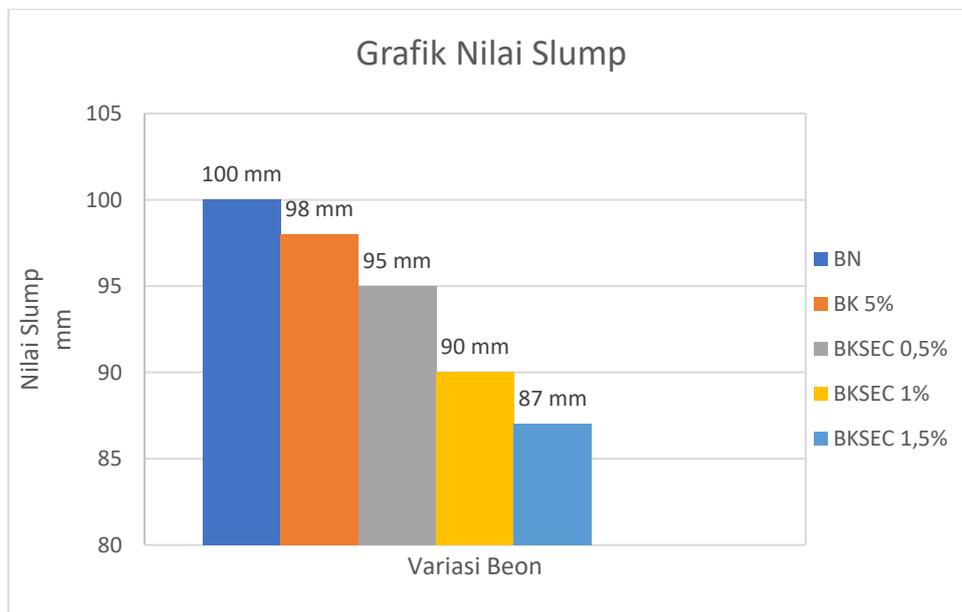
4.6 Slump Test

Pelaksanaan *slump test* berpedoman pada (SNI 1972:2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Hasil Pengujian *Slump*.

NO	Variasi	Nilai Slump (mm)
1	BN	100
2	BK 5%	98
3	BKSEC 0,5%	95
4	BKSEC 1%	90
5	BKSEC 1,5%	87

Hasil *slump test* tertinggi terdapat pada beton normal, sedangkan penambahan serat eceng gondok mengalami penurunan nilai *slump test*, ini dikarenakan serat eceng gondok menyerap sebagian air yang seharusnya berfungsi sebagai pelumas antar partikel.



Gambar 4.1: Grafik *Slump Test* Rata-rata.

4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan pada saat beton umur 14 hari dan 28 hari dengan jumlah benda uji 3 setiap variasi. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini menggunakan mesin kuat tekan dengan kapasitas 2000 KN. Dengan ukuran benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Hasil dari pengujian kuat tekan pada beton 14 hari sebagai berikut:

a. Perhitungan Kuat Tekan Beton Normal

Benda Uji 1 (A1)

- Beban (P) = 350 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{350}{17662,5} = 20 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (A2)

- Beban (P) = 330 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{330}{17662,5} = 19 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (A3)

- Beban (P) = 340 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{340}{17662,5} = 19 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil A1} + \text{Hasil A2} + \text{Hasil A3}}{3} \\ &= \frac{20 + 19 + 19}{3} \end{aligned}$$

$$= 19 \text{ Mpa}$$

b. Beton Kapur 5%

Benda Uji 1 (B1)

➤ Beban (P) = 350 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{350}{17662,5} = 20 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (B2)

➤ Beban (P) = 360 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{360}{17662,5} = 20 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (B3)

➤ Beban (P) = 340 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{340}{17662,5} = 19 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil B1} + \text{Hasil B2} + \text{Hasil B3}}{3} \\ &= \frac{20 + 20 + 19}{3} \\ &= 20 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

c. Beton Kapur Serat Eceng Gondok 0,5%

Benda Uji 1 (C1)

➤ Beban (P) = 300 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{300}{17662,5} = 17 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (C2)

- Beban (P) = 290 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{290}{17662,5} = 16 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (C3)

- Beban (P) = 320 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{320}{17662,5} = 18 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil C1} + \text{Hasil C2} + \text{Hasil C3}}{3} \\ &= \frac{17 + 16 + 18}{3} \\ &= 17 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

d. Beton Kapur Serat Eceng Gondok 1%

Beton Uji 1 (D1)

- Beban (P) = 280 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{280}{17662,5} = 16 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (D2)

- Beban (P) = 270 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{270}{17662,5} = 15 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (D3)

- Beban (P) = 280 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
 $= \frac{280}{17662,5} = 16 \text{ Mpa}$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil D1} + \text{Hasil D2} + \text{Hasil D3}}{3} \\ &= \frac{16 + 15 + 16}{3} \\ &= 16 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

e. Beton Kapur Serat Eceng Gondok 1,5%

Benda Uji 1 (E1)

- Beban (P) = 270 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
 $= \frac{270}{17662,5} = 15 \text{ Mpa}$

Benda Uji 2 (E2)

- Beban (P) = 250 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
 $= \frac{250}{17662,5} = 14 \text{ Mpa}$

Benda Uji 3 (E3)

- Beban (P) = 270 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
 $= \frac{270}{17662,5} = 15 \text{ Mpa}$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil E1}+\text{Hasil E2}+\text{Hasil E3}}{3} \\ &= \frac{15+14+15}{3} \\ &= 15 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4.16: Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari dan 28 Hari.

Variasi	Benda Uji	Luas (mm ²)	Beban Maksimum (KN)		Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	
			14 Hari	28 Hari	14 Hari	28 Hari	14 Hari	28 Hari
BN	1	17662,5	350	390	20	22	19	21
	2	17662,5	330	370	19	21		
	3	17662,5	340	360	19	20		
BK 5%	1	17662,5	350	400	20	23	20	22
	2	17662,5	360	390	20	22		
	3	17662,5	340	390	19	22		
BKSEC 0,5%	1	17662,5	300	350	17	20	17	20
	2	17662,5	290	340	16	19		
	3	17662,5	320	360	18	20		
BKSEC 1%	1	17662,5	280	350	16	20	16	19
	2	17662,5	270	330	15	19		
	3	17662,5	280	340	16	19		
BKSEC 1,5%	1	17662,5	270	290	15	16	15	17
	2	17662,5	250	320	14	18		
	3	17662,5	270	300	15	17		

Hasil pengujian dari kuat tekan beton pada umur 28 hari sebagai berikut:

1. Beton Normal

Benda Uji 1 (A1)

➤ Beban (P) = 390 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

$$\begin{aligned} \text{➤ Kuat Tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{390}{17662,5} = 22 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Benda Uji 2 (A2)

➤ Beban (P) = 370 KN

- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$

$$= \frac{370}{17662,5} = 21 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (A3)

- Beban (P) = 360 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$

$$= \frac{360}{17662,5} = 20 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil A1} + \text{Hasil A2} + \text{Hasil A3}}{3} \\ &= \frac{22 + 21 + 20}{3} \\ &= 21 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Beton Kapur 5%

Benda Uji 1 (B1)

- Beban (P) = 400 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$

$$= \frac{400}{17662,5} = 23 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (B2)

- Beban (P) = 390 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$

$$= \frac{390}{17662,5} = 22 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (B3)

- Beban (P) = 390 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

$$\begin{aligned} \text{➤ Kuat Tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{390}{17662,5} = 22 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil B1} + \text{Hasil B2} + \text{Hasil B3}}{3} \\ &= \frac{23 + 22 + 22}{3} \\ &= 22 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Beton Kapur Serat Eceng Gondok 0,5%

Benda Uji 1 (C1)

$$\begin{aligned} \text{➤ Beban (P)} &= 350 \text{ KN} \\ \text{➤ Luas silinder (A)} &= 17662,5 \text{ mm}^2 \\ \text{➤ Kuat Tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{350}{17662,5} = 20 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Benda Uji 2 (C2)

$$\begin{aligned} \text{➤ Beban (P)} &= 340 \text{ KN} \\ \text{➤ Luas silinder (A)} &= 17662,5 \text{ mm}^2 \\ \text{➤ Kuat Tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{340}{17662,5} = 19 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Benda Uji 3 (C3)

$$\begin{aligned} \text{➤ Beban (P)} &= 360 \text{ KN} \\ \text{➤ Luas silinder (A)} &= 17662,5 \text{ mm}^2 \\ \text{➤ Kuat Tekan beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{360}{17662,5} = 20 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil C1} + \text{Hasil C2} + \text{Hasil C3}}{3} \\ &= \frac{20 + 19 + 20}{3} \end{aligned}$$

$$= 20 \text{ Mpa}$$

4. Benda Kapur Serat Eceng Gondok 1%

Benda Uji 1 (D1)

➤ Beban (P) = 350 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{350}{17662,5} = 20 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (D2)

➤ Beban (P) = 330 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{330}{17662,5} = 19 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (D3)

➤ Beban (P) = 340 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{340}{17662,5} = 19 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil D1} + \text{Hasil D2} + \text{Hasil D3}}{3} \\ &= \frac{20 + 19 + 19}{3} \\ &= 19 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

5. Beton Kapur Serat Eceng Gondok 1,5%

Benda Uji 1 (E1)

➤ Beban (P) = 290 KN

➤ Luas silinder (A) = 17662,5 mm²

➤ Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{290}{17662,5} = 16 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 2 (E2)

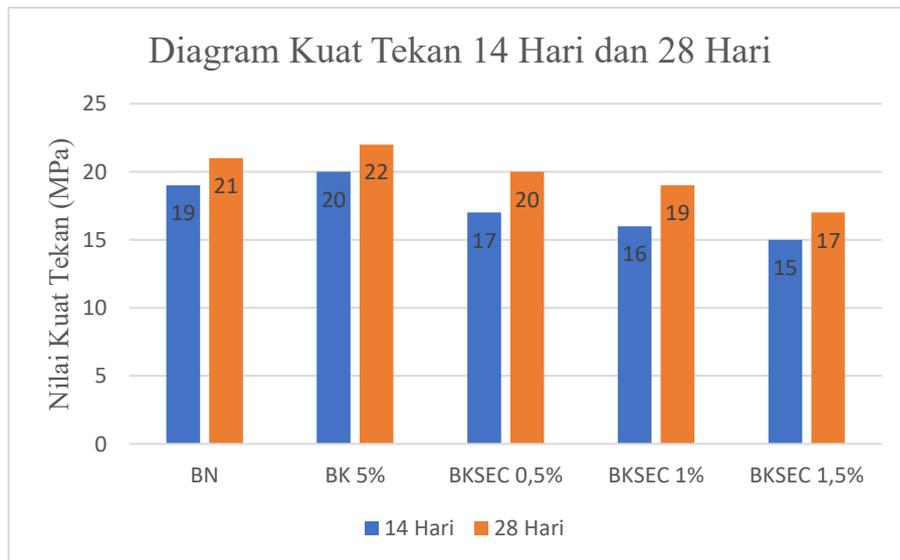
- Beban (P) = 320 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{320}{17662,5} = 18 \text{ Mpa}$$

Benda Uji 3 (E3)

- Beban (P) = 300 KN
- Luas silinder (A) = 17662,5 mm²
- Kuat Tekan beton = $\frac{P}{A}$
$$= \frac{300}{17662,5} = 17 \text{ Mpa}$$

Hasil Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton Rata – Rata} &= \frac{\text{Hasil E1} + \text{Hasil E2} + \text{Hasil E3}}{3} \\ &= \frac{16 + 18 + 17}{3} \\ &= 17 \text{ Mpa} \end{aligned}$$



Gambar 4.2: Diagram Kuat Tekan 14 Hari dan 28 Hari.

Dari grafik diatas dapat dilihat beton umur 14 hari dan 28 hari jelas berbeda, beton 14 hari hampir mendekati hasil 90% beton 28 hari. Pada beton normal 14 hari mendapati nilai kuat tekan 19 Mpa, sedangkan beton yang dicampurkan dengan kapur *calcium hydroxide* mendapati nilai kuat tekan 20 Mpa, pada beton serat eceng gondok variasi 0,5%, 1%, 1,5% mengalami penurunan kuat tekan. Pada beton normal 28 hari mendapati nilai kuat tekan 21 Mpa, sedangkan beton yang dicampurkan dengan kapur *calcium hydroxide* mendapati nilai kuat tekan 22 Mpa. Pada beton serat eceng gondok variasi 0,5% mendapati nilai kuat tekan 20 Mpa, sedangkan pada variasi 1%, 1,5% mengalami penurunan kuat tekan Hal ini disebabkan serat eceng gondok banyak memakan air dan kapur dapat meningkatkan kualitas serta kekuatan tekan beton

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulannya sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan kapur *calcium hydroxide* saja pada umur 14 hari: 20 MPa (naik 5,26% dari beton normal) dan umur 28 hari: 22 MPa (naik 4,76% dari beton normal).
 - Pengaruh penambahan kapur 5% dan serat eceng gondok 0,5% pada umur 14 hari: 17 MPa (turun 10,53% dari beton normal dan umur 28 hari: 20 MPa (turun 4,76% dari beton normal).
 - Pengaruh penambahan kapur 5% dan serat eceng gondok 1% pada umur 14 hari: 16 MPa (turun 15,79% dari beton normal) dan umur 28 hari: 19 MPa (turun 9,52% dari beton normal).
 - Pengaruh penambahan kapur 5% dan serat eceng gondok 1,5% pada umur 14 hari: 15 MPa (turun 21,05% dari beton normal) dan umur 28 hari: 17 MPa (turun 19,05% dari beton normal).
2. Hasil kinerja mekanis yang maksimal dalam persentase optimal yaitu pada variasi 0,5% umur 28 hari dengan nilai kuat tekan: 20 MPa.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, perlu beberapa saran yang dikembangkan untuk penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan optimalisasi komposisi material melalui penelitian kombinasi optimal antara *calcium hydroxide* dan serat eceng gondok dengan menguji berbagai persentase penambahan *calcium hydroxide* mulai dari 2% hingga 10% untuk menemukan titik optimal peningkatan kuat tekan, serta melakukan perlakuan awal pada serat eceng gondok seperti perendaman dalam larutan alkali atau coating untuk mengurangi sifat absorpsi air yang menjadi penyebab

utama penurunan kuat tekan beton. Variasi di atas 0,5% tidak direkomendasikan karena menyebabkan penurunan kuat tekan yang semakin signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, N., & Lubis, Z. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Alami Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton Berkualitas Rendah. *UKaRsT*, 2(1), 10. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v2i1.262>
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. Bandung: Badan Standardisasi Nasional, 251.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI-1971:2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan", 1–11.
- Maranantha, O., Widodo, S., & Azwansyah, H. (2021). Pemanfaatan Kapur Tohor, Kapur Padam dan Kapur Karbonat Sebagai Filler pada Perkerasan AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik Marshall. *Jurnal Teknik Sipil Universitas TanjungPURA pO*, 8(1), 1–10.
- Mulyono, T. (2007). KAPUR SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK BETON NORMAL. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v2i1.7875>
- Mulyono, T. (2003). Lokasi: Teknologi Beton. In *Teknologi Beton* (Nomor March).
- Nenometa, F. A., Santosa, A., & Erfan, M. (2019). Pengaruh Pemakaian Serat Eceng Gondok Terhadap Kualitas Mutu Beton Normal. *Jurnal Sondir*, 1, 1–6.
- Nasional, B. S. (2000). Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Sni*, 3, 2834.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- Priyatno, G., Setyowati, A., Gunarti, S., & Paryati, N. (2017). PENGGUNAAN BATANG ECENG GONDOK TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON (Gunawan Priyatno 1), Anita Setyowati Srie Gunarti 2), Ninik Paryati 3). *Bentang*, 5(1), 82–100.
- Rezkhy Akbar, Hamka, & Jabir, M. (2024). Uji Kuat Tekan Bata Beton Dengan Bahan Ikat Kapur dan Abu Terbang. *Jurnal Karajata Engineering*, 4(1), 66–70. <https://doi.org/10.31850/karajata.v4i1.3111>
- Suryadi, A., Nurrafidin, R., Hapsari, C. A., & Fadilah, I. (2014). Analisis Pengaruh Serat Limbah Eceng Gondok Terhadap Kekuatan Tekan dan Lentur Beton.

- SNI 15-0302-2004. (2004). *SNI 15-0302-2004 Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Semen Portland Pozolan*.
- SNI-1969-2016. (2016). SNI 1969:2016 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- SNI 1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 7–18.
- SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. *Badan Standardisasi Nasional*, 52.
- SNI-03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*, 1–6.
- SNI 03-1974. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *Sni 03-1974-1990*, 2–6.
- Teknologi Bahan. (2020). Teknologi Bahan “ Agregat.” *Teknologi Bahan*, 11–52.
- Tri Cahyono, B., & Rahma Dhana, R. (2019). Alternatif Penggunaan Serateceng Gondok (Eichhornia Crossifefes) Sebagai Bahan Tambah Padacampuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekannya. *UKaRsT*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.346>
- Wulandari, K., & Kartikasari, D. (2019). Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Pada Campuran Beton Dengan Penggunaan Agregat Kasar Dari Kecamatan Mantup. *UKaRsT*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.348>
- 15-2049-2004, S. (2004). Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–128.

LAMPIRAN



Dokumentasi 1: Proses pengeringan eceng gondok yang masih basah.



Dokumentasi 2: Serat eceng gondok yang sudah kering.



Dokumentasi 3: Hasil serat eceng gondok yang sudah dipotong.



Dokumentasi 4: Bahan tambah kapur *calcium hydroxide*.



Dokumentasi 5: Penimbangan agregat halus.



Dokumentasi 6: Penimbangan semen.



Dokumentasi 7: Penimbangan agregat kasar.



Dokumentasi 8: Alat mixer.



Dokumentasi 9: Pengujian Slump.



Dokumentasi 10: Penimbangan benda uji.



Dokumentasi 11: Pengujian kuat tekan beton.