

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG
KEMIRI DAN KAPUR UNTUK
UJI KUAT TEKAN BETON**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh :

IMAM GUNAWAN NST
2107210122



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 : Imam Gunawan Nst

NPM : 2107210122

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Kapur
Untuk Uji Kuat Tekan Beton

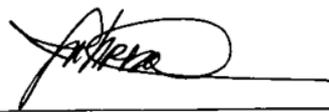
Bidang Ilmu : Struktur

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

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 19 Agustus 2025

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Imam Gunawan Nst

NPM : 2107210122

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Kapur
Untuk Uji Kuat Tekan Beton

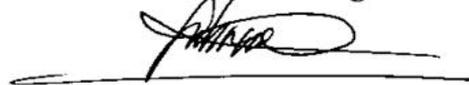
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 19 Agustus 2025

Mengetahui Dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Penguji I



Dr Fetra Veny Riza, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II



Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Gunawan Nst

NPM : 2107210122

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Kapur Untuk Uji Kuat Tekan Beton”

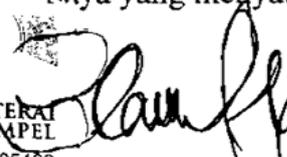
Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisiil dan otentik.

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, 19 Agustus 2025

Saya yang menyatakan


Imam Gunawan Nst



20
METERAI
TEMPEL

28183ANX049605462

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG KEMIRI DAN KAPUR UNTUK UJI KUAT TEKAN BETON

Imam Gunawan Nasution
2107210122

Dr. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., M.Sc

Penggunaan material alternatif dalam campuran beton telah menjadi topik penelitian yang berkembang untuk meningkatkan keberlanjutan di sektor konstruksi. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui Analisis Uji Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar dan Kapur Tohor Sebagai Bahan Tambah Pada Semen. Cangkang kemiri dipilih sebagai alternatif karena ketersediaannya yang melimpah dan untuk mengurangi dampak lingkungan. Pada penelitian ini diuji dengan menggunakan variasi persentase substitusi cangkang kemiri sebesar 15%, 20% dan 25% dari total agregat kasar. Dengan penambahan kapur tohor pada semen untuk meningkatkan workability dan kekuatan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan cangkang kemiri dengan persentase lebih besar sebagai bahan tambah agregat kasar dapat menurunkan kuat tekan beton karena banyaknya kadar air pada cangkang kemiri. Namun penambahan kapur tohor pada semen tanpa cangkang kemiri dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kesimpulannya, cangkang kemiri bisa digunakan sebagai substitusi agregat kasar dengan persentase dibawah 5% dan dengan penambahan kapur tohor. Penelitian ini membuka peluang untuk pengembanan lebih lanjut dalam penggunaan material limbah organik sebagai bagaian dari inovasi beton ramah lingkungan.

Kata Kunci: Cangkang kemiri, agregat kasar, kapu tohor, kuat tekan

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ADDITION OF CANDLENUT SHELL AND LIME FOR CONCRETE COMPRESSION STRENGTH TEST

Imam Gunawan Nasution

2107210122

Dr. Fahrizal Zulkarnaian, S.T., M.Sc

The use of alternative materials in concrete mixtures has become a developing research topic to increase sustainability in the construction sector. The purpose of the study is to determine the analysis of the concrete compressive strength test using the candlenut shell as a rough aggregate substitution and the limestone as added material to the cement. Candlenut shells are chosen as an alternative because of their abundant availability and to reduce environmental impacts. This research was tested by using variations in the percentage of candlenut shell substitution by 15%, 20% and 25% of the total coarse aggregate. With the addition of lime to the cement to increase workability and concrete strength. The results of this study indicate that the addition of hazelnut shells with a greater percentage as a coarse aggregate added material can reduce the compressive strength of concrete due to the amount of water content in the hazelnut shell. However, the addition of limestone to the cement without a hazelnut shell can increase the compressive strength of concrete. In conclusion, the candlenut shell can be used as a rough aggregate substitution with a percentage below 5% and with the addition of lime. This study opens opportunities for further development in the use of organic waste material as a part of environmentally friendly concrete innovations.

Keywords: Candlenut shell, rough aggregate, Burnt lime, compressive strength

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tak terhitung. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Kapur Untuk Uji Kuat Tekan Beton” yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T., Selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr Fahrizal Zulkarnaian S.T., M.Sc Selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr Fetra Veny Riza S.T., M.Sc selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membantu dan memberikan saran demi kelancaran penulis dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membantu memberikan saran serta masukan demi kelancaran penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Ayahanda Taufik Nasution terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis, telah mendidik penulis, memotivasi, memberi dukungan yang begitu besar sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
10. Ibunda tersayang Farida Ariani Damanik yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi serta doa hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
11. Rekan seperjuangan Kelas C1 Pagi Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara stambuk 2021. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Dengan demikian, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis.

Medan, 19 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,



Imam Gunawan Nasution

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTARK	iv
<i>ABSTARCT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Bahan Tambah Cangkang Kemiri	7
2.3 Bahan Tambah Kapur Tohor	8
2.4 Kuat Tekan Beton	9
2.5 Slump Test	9
2.6 Penelitian Terdahulu	10
BAB 3 METODE PENELITIAN	12
3.1 Metode Penelitian	12
3.1.1 Data Primer	12
3.1.2 Data Sekunder	13
3.2 Bagan Alir	14
3.3 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	16
3.4 Bahan dan Alat Penelitian	16

3.4.1 Bahan	16
3.4.2 Peralatan	17
3.5 Desain dan Jumlah Benda Uji	18
3.6 Persiapan Bahan Tambah	19
3.7 Tahap Pengujian	19
3.7.1 Pengujian Analisa Saringan	19
3.7.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat	20
3.7.3 Pengujian Berat Isi	22
3.7.4 Pengujian Kadar Air	23
3.7.5 Pengujian Kadar Lumpur	23
3.8 Pengolahan Cangkang Kemiri	24
3.9 Pembuatan Benda Uji	24
3.10 Pengujian Kuat Tekan Beton	24
3.11 Langkah Perhitungan Mix Desain	25
3.12 Kebutuhan Material	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur unsur beton	6
Tabel 2.2	Kandungan Kimia Cangkang Kemiri	7
Tabel 2.3	Kandungan Kimia Kapur	8
Tabel 2.4	Perbandingan Kekuatan Tekan Pada Berbagai Benda Uji	10
Tabel 2.5	Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3.1	Peralatan Pembuatan Benda Uji	17
Tabel 3.2	Komposisi Campuran Benda Uji	18
Tabel 3.3	Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara	25
Tabel 3.4	Hubungan Antara Rasio Air dan Semen	26
Tabel 3.5	Volume Agregat Kasar Persatuan Volume Beton	27
Tabel 3.6	Perkiraan Awal Berat Beton Segar	28
Tabel 3.7	Perbandingan Berat Beton	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema bahan beton	6
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Benda Uji Slinder	24

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
CK	= Cangkang Kemiri
K	= Kapur Tohor
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

Menurut Statistik sektor konstruksi Badan Pusat Statistik tahun 2019, sektor konstruksi menyumbang 10,60% terhadap PDB (produk domestik bruto) Indonesia pada kuartal ketiga tahun 2019. Hal ini menjelaskan bahwa selain sektor manufaktur, pertanian, dan kehutanan, sektor konstruksi juga berperan dalam perkembangan perekonomian Indonesia. Peran sektor konstruksi terlihat dari peningkatan infrastruktur baik rumah/apatermen, kantor pelayan publik, rumah, pusat perbelanjaan, tempat ibadah, jalan, bendungan, dan bangunan lainnya yang menunjang berbagai aktivitas indonesia (Simanjuntak dkk., 2021).

Beton adalah campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan bahan-bahan lain akan menciptakan berbagai jenis beton misalnya yang ditambahkan tulang baja berbentuk beton bertulang (Gobel, 2017).

Cangkang kemiri adalah potensi baru yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan lebih jauh. Tentu saja hal ini juga dapat meningkatkan nilai ekonomi dari cangkang kemiri yang selama ini hanya diketahui sebagai bahan limbah tanaman kemiri. Pemanfaatan cangkang kemiri nantinya bisa dimanfaatkan kembali ke tingkat yang lebih tinggi. Cangkang kemiri salah satu bahan tambahan atau pengganti agregat yang akhir-akhir ini yang banyak digunakan mulai dari diteliti dan pengaruhnya terhadap campuran beton. Pemanfaatan cangkang kemiri bisa sebagai pengganti agregat kasar dan halus tergantung pada butiran kulit kemiri yang digunakan (Rangan, 2022).

Cangkang kemiri mempunyai tekstur yang keras dan apabila dipecah berbentuk menyudut, kemungkinan bisa dipakai menjadi bahan tambah campuran beton, karena bisa mengisi rongga-rongga dalam beton, sebagai akibatnya akan menciptakan beton lebih padat. Kandungan dalam kemiri ada abu, lignin, dan pentosa (Mulyati dan Adman, 2019).

Oleh karena itu, pada pengujian ini dilakukan penambahan cangkang kemiri ke dalam campuran beton sebagai bagian kerikil, dengan diharapkan menghasilkan beton yang berkualitas dan ramah lingkungan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan beton antara beton tanpa tambahan cangkang kemiri dan beton dengan campuran kemiri variasi 10% , 20% dan 30%. Dengan campuran variasi tersebut dapat menaikkan dan menurunkan kuat tekan beton (Simanjuntak dkk., 2021).

Kapur merupakan salah satu komponen bahan bangunan yang berfungsi sebagai perekat. Kemampuan yang dimiliki kapur ini dapat dimanfaatkan untuk menambah campuran beton yang sebelumnya hanya terdiri dari semen, pasir dan kerikil. Penggunaan semen pada pekerjaan beton diyakini cukup mahal. Untuk itu dilakukan upaya pengurangan kadar semen dengan menambah kapur dan menambahkan bahan pencampur tambahan pada campuran beton, agar dapat meminimalkan biaya tanpa mengurangi kekuatan beton yang dibutuhkan. Kapur ini telah digunakan manusia sebagai bahan bangunan (bata pres). Penggunaan kapur ini adalah sebagai bahan substitusi pada semen (Melinda dkk., 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh cangkang kemiri, kapur pada kuat tekan beton dan perbedaan kuat tekan beton?
2. Berapa kuat tekan beton dengan bahan tambah cangkang kemiri dan kapur?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh cangkang kemiri, kapur terhadap kuat tekan beton dan menentukan perbedaan kuat tekan beton
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan bahan tambah cangkang kemiri dan kapur

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan beton
2. Variasi campuran cangkang kemiri dan kapur yang digunakan adalah 15%, 20% dan, 25%
3. Semen yang digunakan adalah semen portland
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari
5. Perawatan benda uji dengan cara perendaman
6. Kuat Tekan Rencana adalah 25 MPa

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat dapat mengetahui fungsi lebih dari cangkang kemiri dan kapur. Selain itu diharapkan cangkang kemiri dan kapur sebagai bahan campuran pada kuat uji tekan beton.

1.6 Metode

A. Pengumpulan data

Pengumpulan data untuk penulisan tugas akhir ini didapat dengan beberapa cara :

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

buku literatur

B. Analisa data

1. Setelah data-data yang perlu dilakukan terkumpul, baru 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 Pengertian Beton

Beton adalah campuran yang diformulasikan berdasarkan berat bahan-bahannya seperti agregat halus, agregat kasar, air, semen dan lain-lain dengan atau tanpa tambahan agregat yang membentuk massa padat setelah pengerasan. Komponen air dan semen bersatu akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi (Siregar dkk., 2022).

Struktur beton harus mampu menghadapi kondisi dimana ia direncanakan, tanpa terjadi kerusakan selama jangka waktu yang telah ditentukan. Dalam lingkungan yang mengandung unsur kimia, asam akan merusak beton secara perlahan mulai dari bagian tepi dan sudut beton dengan terjadinya pelepasan butiran partikel beton sehingga membuat beton menjadi keropos (Zulkarnain dan Sani, 2021)

Adapun jenis-jenis beton sebagai berikut :

a. Beton Ringan

Berat jenis $< 1900 \text{ kg/m}^3$, digunakan untuk elemen tanpa beban. Pembuatannya dengan cara-cara berikut: membuat gelembung udara pada campuran semen dengan menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non pasir.

b. Beton Normal

Berat jenisnya $2200\text{-}2500 \text{ kg/ m}^3$ digunakan hampir pada semua bagian struktural bangunan.

c. Beton Berat

Berat jenisnya $>2500 \text{ kg/ m}^3$, digunakan untuk struktural tertentu, misal: struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

d. Beton lainnya

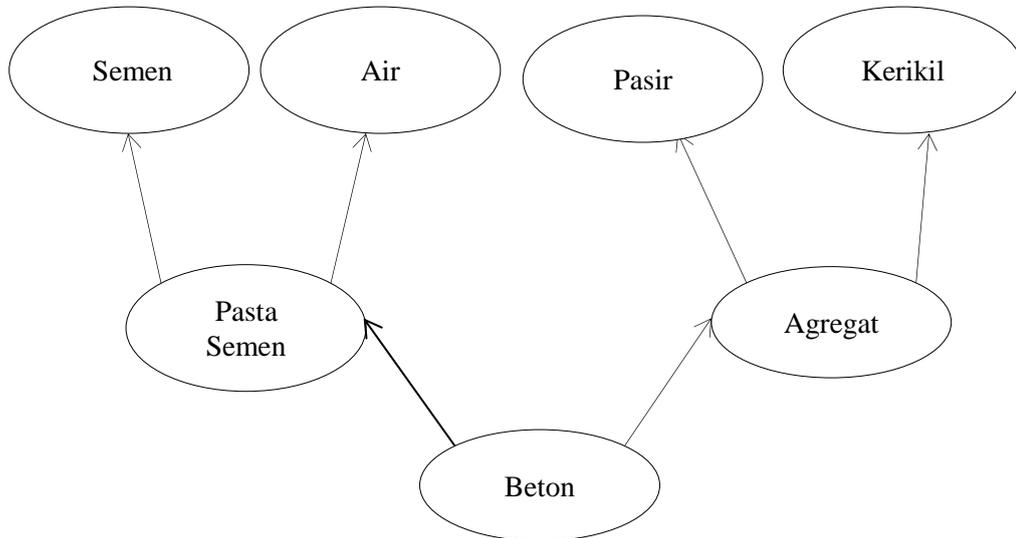
Untuk jenis beton yaitu ada beton massa, beton serat, dan beton siklop.

Secara proporsi komposisi unsur pembentuk beton adalah:

Tabel 2.1: Unsur-unsur beton (SNI 03-2834-2000).

Nama Bahan	Jumlah(%)
Agregat Kasar	40-60
Agregat Halus	20-30
Semen	10-15
Air	15-20

Beton mempunyai keunggulan kuat tekan yang tinggi. Keunggulan lain dari beton yaitu terletak pada kemudahan dalam mendapatkan bahan-bahan material campuran beton. Bahan yang digunakan untuk membuat beton terdiri dari kerikil, pasir, semen, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (SNI 03-2847-2013).



Gambar 2.1: Skema bahan beton.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a. Kualitas semen,
- b. Proporsi semen terhadap campuran,
- c. Kekuatan dan keberhasilan agregat,
- d. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat,
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
- f. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
- g. Perawatan beton, dan
- h. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos

2.2 Bahan Tambah Cangkang Kemiri

Cangkang kemiri digunakan sebagai bahan tambah karena terdapat silika yang cukup tinggi dapat meningkatkan kekuatan tekan beton. Proses penggunaan cangkang kemiri dimulai dengan persiapan bahan. Cangkang kemiri yang akan digunakan dalam campuran beton biasanya harus melalui beberapa proses awal, seperti pencucian dan pengeringan. Setelah itu cangkang kemiri dihancurkan yang kemudian dicampur dengan bahan beton lainnya, seperti semen, pasir, kerikil, dan air (Irawan dan Wijayanti, 2019).

Biji kemiri tergolong buah berbiji karena mempunyai cangkang yang keras seperti polong dengan permukaan luar yang kasar dan beralur. Kulit biji tebalnya sekitar 3-5 mm, berwarna coklat atau kehitaman. Kemiri yang bersumber dari suatu daerah memiliki tingkat kekerasan (firmness) yang berbeda dengan daerah yang lain. Biji kemiri memiliki bentuk bulat atau agak oval dengan permukaan yang keras dan licin (Sutanto dkk., 2021).

Tabel 2.2: Kandungan kimia cangkang kemiri (Lempang, 2011).

No	Komponen	Kadar (%)
1	Holoselulosa	49,22
2	pentosa	14,55

Tabel 2.2 : *Lanjutan*

No	Komponen	Kadar (%)
3	lignin	54,46
4	abu	8,73

Komposisi cangkang kemiri adalah CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, H₂O, dan Fe₂O₃. Setelah semuanya bereaksi yang tersisa adalah SiO₂ yang tidak bereaksi akan membentuk reaksi silika turunan dengan gel CSH-2 menghasilkan gel CSH-3 yang lebih padat, sehingga akan meningkatkan pasta semen dan agregat kasar dan halus.

2.3 Bahan Tambah Kapur Tohor

Kapur adalah salah satu komponen bahan bangunan yang berfungsi sebagai bahan perekat. Untuk mendukung pengembangan beton yang inovatif ramah lingkungan, banyak digunakan bahan alam yang dipakai untuk mendukung kinerja beton. Salah satunya adalah Kapur tohor (CaO). Serbuk kapur tohor diperoleh dari proses pembakaran pada batu kapur dengan rentang suhu panas yang baik yaitu 1000⁰-1200⁰ C (Piusaputri dkk., 2023).

Di Indonesia, serbuk kapur dikenal sebagai bahan pengikat yang mempunyai sifat-sifat berikut :

- Mempunyai sifat plastis yang baik
- Dapat mengeras dengan cepat dan mudah
- Mudah diolah
- Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu dan bata.

Tabel 2.3: Kandungan kimia dalam kapur.

Rumus Kimia	Kandungan(%)
Na ₂ O	0,095
Fe ₂ O ₂	0,42

Tabel 2.3 : *Lanjutan*

Rumus Kimia	Kandungan(%)
MgO	2,72
K ₂ O	0,32
CaO	50,84
Al ₂ O ₂	0,682

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah kemampuan beton dalam menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton menunjukkan kualitas strukturnya. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dibutuhkan maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton ditentukan dengan cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat pada benda uji kubus atau silinder sampai hancur. Untuk standar pengujian kuat tekan digunakan SNI 1974-2011(Arman, 2018).

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. Beton yang dikerjakan didistribusikan secara merata dan terus menerus secara menyeluruh dengan tegangan yang dihasilkan sebesar :

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

Dimana :

f (saat pengujian) : kuat tekan saat pengujian

P (Kg/cm²) : Beban tekan (Kg)

A : Luas penampang (cm²)

2.5 Slump Test

Slump adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut abram (SNI 03-1972-1990). Semakin tinggi

modulu elastisitasnya, maka semakin mudah pengerjaannya (nilai workability tinggi). benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Kekuatan tekan merupakan salah satu sifat utama beton. Nilai kekuatan beton ditentukan dengan melakukan ujia kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat compression testing machine.

Tabel 2.4: Perbandingan kekuatan tekan pada berbagai-bagai benda uji (SNI 03-2487-2013).

Bentuk benda uji	Perbandingan
Kubus 15×15×15 cm	1,0
Kubus 20×20×20 cm	1,2
Slinder 15×30 cm	1,1

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.5: Penelitian terdahulu.

No	Judul	Bahan	Kesimpulan
1	Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Mulyati dan Adman, 2019)	Cangkang Kemiri	Pengaruh penambahan cangkang kemiri pada campuran beton normal, ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan signifikan. Nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat agregat dan

Tabel 2.5: *Lanjutan.*

No	Judul	Bahan	Kesimpulan
			semen, dari volume air pada campuran beton normal, terjadi peningkatan berturut-turut sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah.
2	The potential utilization of candlenut shell waste as coarse aggregate replacement in concrete (Rangan dkk., 2022)	Cangkang Kemiri	Hasil kuat tekan beton dengan menggunakan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar yang telah dilakukan diperoleh kuat tekan maksimum 27,93 Mpa pada penggantian 10%, variasi, dan beton normal yang mempunyai kuat tekan 27,93 Mpa mengalami peningkatan sebesar 0,93% pada umur 28 hari.
3	Pengaruh penggunaan Kapur Sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan pemyerapan air pada bata beton ringan (Ningrum, 2022)	Kapur	Pengaruh penggunaan kapur pada bata beton ringan CLC adalah semakin banyak kapur yang digunakan kuat tekan yang dihasilkan menurun. Namun pada kadar optimum, kuat tekan yang. Kuat Tekan Terhadap Persentase Kapur Pada Umur 28 Hari

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian diawali dengan persetujuan dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data sekunder dikumpulkan untuk pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton. Sebagai acuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari :

3.1.1 Data Primer

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

- a. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136-2012)
- b. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1970-2016)
- c. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus (SNI 1970-2016)
- d. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973-2008)
- e. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971-2011)
- f. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4142-1996)
- g. Perbandingan campuran beton (*mix design*) (SNI 7656-2012)
- h. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2393-2011)
- i. Kekentalan adukan beton segar (*Slump*) (SNI 1972-2008)
- j. Uji kuat tekan beton (SNI 1974-2011)

3.1.2 Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data atau informasi yang diperoleh dari beberapa sumber seperti buku dan jurnal yang membahas mengenai konstruksi beton. Penelitian ini dapat terlaksanakan dengan lancar berkat bimbingan bersama dengan dosen pembimbing dan juga melihat beberapa referensi pada jurnal-jurnal atau penelian terdahulu sehingga penelitian ini mendapatkan hasil yang baik. Untuk mendapatkan hasil dari data sekunder maka penelian ini menggunakan data acuan sesuai dengan SNI yang ada,berikut ialah SNI yang digunakan sesuai dengan :

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

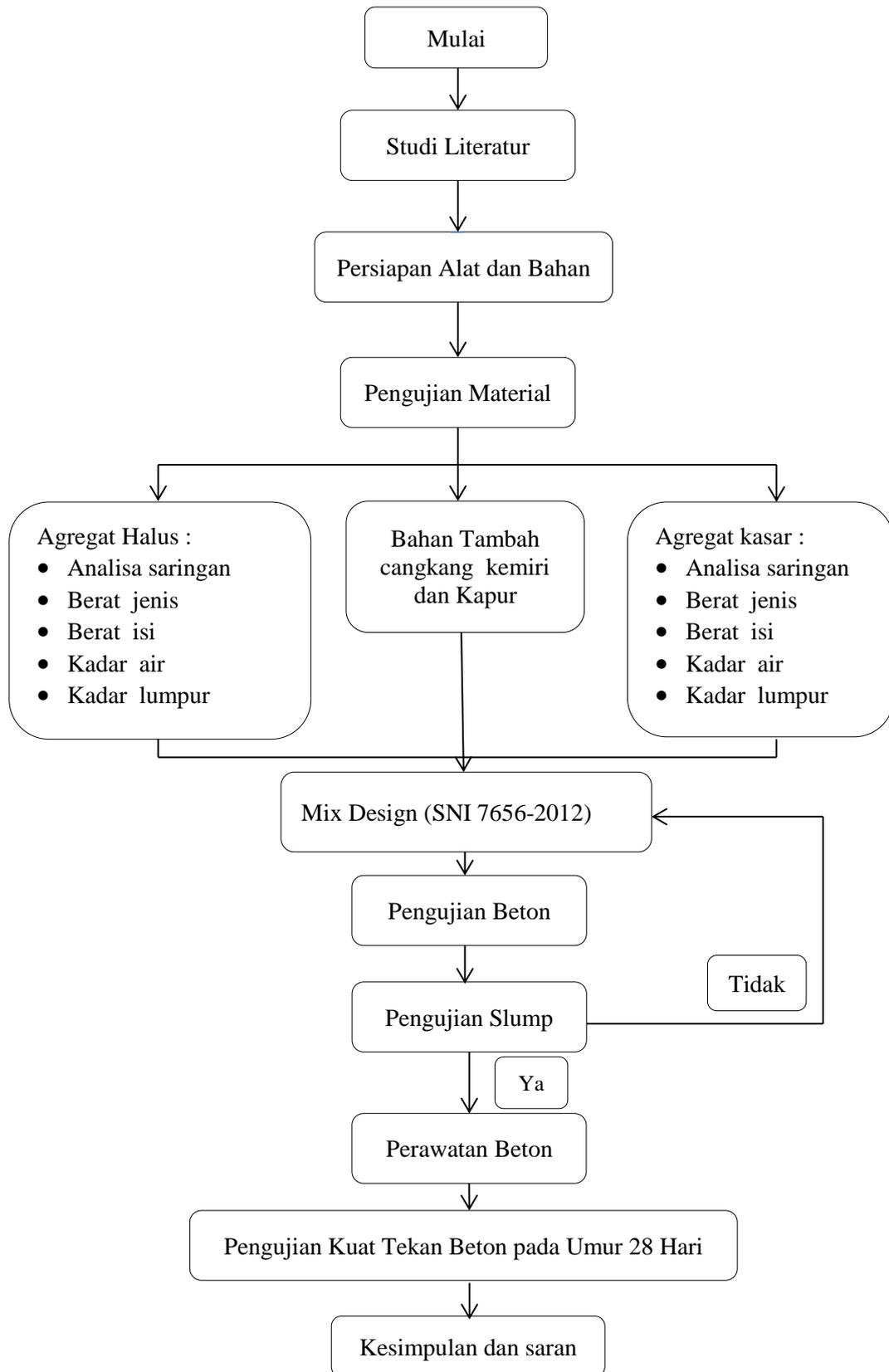
3.2 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambahan berupa cangkang kemiri dan kapur terhadap kualitas beton, khususnya terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan serangkaian tahapan kegiatan yang disusun secara sistematis dalam bentuk diagram alir.

Proses penelitian diawali dengan studi literatur guna memperoleh dasar teori dan referensi yang mendukung. Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan, diikuti dengan pengujian material yang meliputi agregat halus, agregat kasar, serta bahan tambahan yang digunakan. Pengujian ini mencakup analisa saringan, berat jenis, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur pada agregat.

Setelah semua material diuji, dilakukan perancangan campuran beton (mix design) berdasarkan standar SNI 7656:2012. Beton yang telah dibuat kemudian diuji melalui uji slump untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*). Jika hasil uji slump memenuhi kriteria, maka beton dirawat hingga mencapai umur tertentu. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari untuk menilai kekuatan akhir beton.

Seluruh rangkaian kegiatan tersebut digambarkan secara terstruktur dalam diagram alir.



Gambar 3.1: Bagan alir.

3.3 Lokasi Peneletian dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Muctar Basri No.3 Medan.

3.4 Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1 Bahan

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

a. Agregat halus dan agregat kasar

Agregat halus dan kasar yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Binjai. Agregat halus digunakan setelah melewati lolos saringan no. 4 dan agregat kasar berbentuk batu pecah dengan ukuran maksimal 20 mm.

b. Semen Portland

Semen yang dipakai pada penelitian ini adalah semen portland tipe 1. Selama diperiksa, ternyata semen dalam kondisi fisik yang utuh, dengan butiran berwarna abu-abu, halus dan tidak menggumpal.

c. Air

Air yang digunakan pada percobaan ini berasal dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan air karna mendukung pengolahan semen menjadi pasta semen yang mampu mengikat agregat.

d. Cangkang kemiri

Cangkang kemiri yang digunakan merupakan hasil dari limbah kemiri yang tidak digunakan lagi. persentase cangkang kemiri yang digunakan adalah 15%, 20%, 25%.

e. Kapur

Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur tohor.

3.4.2 Peralatan

Alat yang digunakan pada penelitian ini sudah tersedia di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3.1: Peralatan pembuatan benda uji.

No	Nama Alat	Fungsi
1	Saringan agregat kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
2	Saringan agregat halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
3	Plastik 10 kg	Sebagai wadah agregat yang telah dibuang
4	Timbangan digital	Untuk menimbang benda uji
5	Ember	Sebagai wadah penyimpanan benda uji
6	Pan	Wadah saat menyaring agregat
7	Skrap	Meratakan campuran beton
8	Cetakan silinder	Mencetak benda uji
9	Sekop tangan	Mengaduk dan memasukan agregat kedalam cetakan
10	Sarung tangan	Melindung tangan
11	Gelas ukur	Mengukur takaran air
12	Sendok semen	Meratakan campuran beton saat diletakan pada cetakan
13	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
14	Masker	Melindungi pernapasan dari debu
15	Tongkat penumbuk	Memadatka benda uji
16	Kerucut abrams	Uji slump test

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

No	Nama Alat	Fungsi
17	Mixer beton	Membuat campuran beton
18	Concrete compression mechine	Menguji kuat tekan beton

3.5 Desain dan Jumlah Benda Uji

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15×30 cm dengan variasi persentase cangkang kemiri dan kapur 15%, 20%, 25%

Tabel 3.2: Komposisi campuran benda uji.

No	Kode Benda uji	Agregat Halus	Agregat Kasar	Semen	Cangkang Kemiri	Kapur	Jumlah Sampel
1	BN	100 %	100 %	100 %	0 %	0 %	3
2	BCK 1	100 %	85 %	100 %	15 %	0 %	3
3	BCK 2	100 %	80 %	100 %	20 %	0 %	3
4	BCK 2	100 %	75 %	100 %	25 %	0 %	3
5	BCK+K1	100 %	85 %	85 %	15 %	15 %	3
6	BCK+ K2	100 %	80 %	85 %	20 %	15 %	3
7	BCK+K3	100 %	75 %	85 %	25 %	15 %	3
8	K	100 %	100 %	85 %	0 %	15 %	3
Jumlah							24

Keterangan :

BN : Beton Normal

BCK 1 : Beton dengan cangkang kemiri 15 %

BCK 2 : Beton dengan cangkang kemiri 20 %

BCK 3 : Beton dengan cangkang kemiri 25 %

- BCK+K 1 : Beton dengan cangkang kemiri 15 % dan kapur 15 %
BCK+K 2 : Beton dengan cangkang kemiri 20 % dan kapur 15 %
BCK+K 3 : Beton dengan cangkang kemiri 25 % dan kapur 15 %
K : Kapur 15 %

3.6 Persiapan Bahan Tambah

Setelah kita memulai proses pencampuran beton, maka yang perlu persiapan untuk menggunakan bahan tambahan yaitu cangkang kemiri dan kapur. Cangkang kemiri diperoleh dari limbah yang tidak digunakan lagi. Sedangkan kapur yang digunakan adalah kapur tohor.

3.7 Tahapan Pengujian

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dilakukan beberapa tahap penelitian pada material dan bahan menggunakan metode yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut :

3.7.1 Pengujian Analisa Saringan

Agregat merupakan partikel yang berperan sebagai bahan pengisi campuran mortar dan beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 volume mortar dan beton dan oleh karena itu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap beton. Untuk membedakan jenis agregat, maka digunakan suatu analisa mekanis, dimana variasi ukuran tersebut dinyatakan dalam persentase berat kering total. Dalam hal ini dilakukan dengan cara analisa saringan yaitu dengan cara mengayak dan menggetarkan contoh agregat melalui satu set ayakan dengan ketentuan penyusun ayakan berurutan, dari ukuran yang terbesar hingga yang terkecil (Achmad Suhudi dan Purnama, 2016).

Menurut ASTM (C136:2012, 2012) rangkaian proses dalam pengujian analisa saringan agregat adalah.

- a. Bahan uji di kerjakan dalam oven pada suhu 110 ± 5 °C sampai beratnya tidak berubah

- b. Saring sampel melalui susunan saringan, dengan saringan ukuran paling besar berada paling atas. Saringan diguncang selama lima belas menit dengan tangan atau mesin pengguncang
- 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)

Pada pengujian ini berat jenis agregat Kasar dan halus sama-sama mengunkanan SNI (1970:2016, 2016).

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

Berat jenis curah biasanya digunakan untuk menghitung volume agregat dalam berbagai campuran agregat seperti semen, aspal, dan campuran lain. Adapun perhitunganya sebagai berikut ini:

a. Untuk Agregat Halus

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

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. Untuk Agregat Kasar

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

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 Gravity SSD*)

Perbandingan berat di udara dari air suling bebas gelembung dengan volume dan suhu yang sama dibandingkan dengan berat satuan volume yang ada dalam rongga pada saat perendaman selama 15 sampai 19 jam. Perhitungannya sebagai berikut :

a. Untuk 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. Untuk 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 di dalam air suling bebas gelembung dengan volume dan suhu yang sama. Perhitungannya sebagai berikut :

a. Untuk 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. Untuk 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 (*Absorbtion*)

Penambahan berat agregat yang disebabkan oleh masuknya air ke dalam pori-porinya tidak termasuk air yang tertahan di permukaan luarnya dinyatakan dalam persentase dari berat kering. Perhitunganya sebagai berikut :

a. Untuk 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. Untuk 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, serta pengaruhnya dapat ditentukan secara akurat (Hidayat dkk. 2021). Rumus berat isi sesuai dengan (Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2008)

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

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)

3.7.4 Pengujian Kadar Air

Kadar air agregat merupakan besarnya perbandingan antara berat isi yang dikandung dalam agregat dalam keadaan kering dan dinyatakan dalam persen (%). Adapun cara pengujian kadar air menurut (SNI 1971:2011, 2011) sebagai berikut :

1. Berat sampel SSD + berat wadah (W1) (3.10)

2. Berat sampel kering oven + berat wadah (W2) (3.11)

3. Berat wadah (W3) (3.12)

4. Berat air = (W1-W2) (3.13)

5. Kadar air = $\frac{W_1 - w_2}{W_2} \times 100\%$ (3.14)

3.7.5 Pengujian Kadar Lumpur

Uji kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui jumlah lumpur yang terkandung dalam agregat pasir. Tingkat lumpur dalam agregat disebut dengan kadar lumpur (Hidayat dkk. 2021). Adapun cara pengujian kadar lumpur menurut (SNI 03-4142-1996) sebagai berikut:

1. Berat sampel kering (A)

2. Berat sampel kering setelah dicuci (B)

3. Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci

$$(C) = A - B \quad (3.15)$$

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

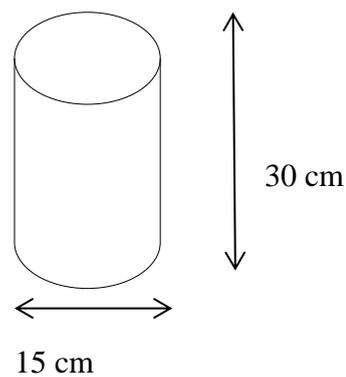
$$(D) = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.16)$$

3.8 Pengolahan Cangkang Kemiri

Cangkang kemiri dihancurkan menggunakan palu sehingga berukuran antara 10-6 mm (lolos saringan 3/4" dan tertahan di saringan 3/8), Kemudian cangkang kemiri dikeringkan di bawah sinar matahari.

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan dimensi 15 cm × 30 cm, ilustrasi benda uji yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Benda uji silinder

3.10 Pengujian Kuat Tekan Beton

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (BSN, 1974), standar ini menetapkan bahwa kuat tekan beton benda uji berbentuk silinder yang dicetak di laboratorium maupun di lapangan.

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan di Universitas Sumatera Utara dengan cara memberikan beban pada benda uji hingga benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan dan catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

3.11 Langkah Perhitungan Mix Desain

Adapun langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan material per 1 m³ adalah sebagai berikut:

1. Banyaknya Air Perencanaan

Tabel 3.3: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum beton pecah (SNI 7656:2012).

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								
20-50	207	199	190	179	166	154	130	113
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								
20-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	93	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan sebagai berikut								
Ringang (%)	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 4.13, maka nilai banyaknya air untuk perencanaan adalah 205 kg/m³

2. Rasio Air Semen

Berdasarkan SNI 7656:2012 apabila dilakukan pencampuran percobaan untuk menunjukkan hubungan antara kekuatan atau menilai kembali kekuatan campuran, digunakan air pencampur dan kadar udara yang paling sedikit. Beton seharusnya memiliki kadar udara tertinggi dan slump yang tertinggi yang dapat diterima. Apabila kadar air atau udara beton lebih rendah, proporsi bahan harus diubah untuk menghasilkan beton yang diinginkan.

Tabel 3.4: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-semen 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

Berdasarkan tabel 4.14, maka nilai rasio air-semen yang digunakan sebesar 0.61 % sesuai dengan nilai kuat tekan yang direncanakan yaitu 25 MPa.

3. Kadar Semen

Untuk mendapatkan kebutuhan semen, perkiraan kebutuhan air pencampuran (Tabel 4.13) dibagi dengan rasio air-semen (tabel 4.14). Maka kebutuhan semen yang didapat adalah:

$$w/c \text{ rasio} = \frac{\text{Kadar Air Pencampur}}{\text{Rasio Air-Semen}} = \frac{205}{0.61} = 336.07 \text{ kg}$$

4. Berat Kering Agregat Kasar

Jika agregat tertentu (dalam keadaan kering oven) digunakan untuk setiap satuan volume beton, maka agregat yang memiliki ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama menghasilkan beton dengan kualitas kemampuan kerja yang memadai. Volume agregat kasar persatuan volume beton dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 3.5: 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 diatas, maka diambil nilai 0.60 untuk volume agregat kasar kering oven. Sehingga didapat berat kering agregat kasar sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat Kering Agregat Kasar} &= (\text{Volume agregat kasar kering oven} \times \text{Berat} \\ &\text{kering oven agregat kasar}) \\ &= (0.60 \times 1576.5) \\ &= 945.9 \text{ kg}\end{aligned}$$

5. Perkiraan Awal Beton Segar

Jika berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan berdasarkan pengalaman, maka berat dari agregat halus yang diperlukan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya (SNI 7656-2012). Untuk perkiraan awal berat beton segar dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 3.6: 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
100	2530	2435

Berdasarkan tabel 4.16 diatas, maka didapatkan perkiraan awal berat beton yaitu 2380 kg/m³. Sehingga didapatkan berat agregat halus dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{array}{rcl} \text{Air} & = & 205.00 \text{ kg} \\ \text{Semen} & = & 336.07 \text{ kg} \\ \text{Agregta Kasar} & = & 945.9 \text{ kg} \quad + \\ \hline \text{Jumlah} & = & 1486 \\ \text{Sehingga berat agregat halus adalah} & & \\ \text{Agregat Halus} & = & 2345 - 1486 = 859 \text{ kg} \end{array}$$

6. Volume Absolut

Volume absolut harus digunakan untuk menghitung agregat halus yang diperlukan. Dengan mempertimbangkan rasio agregat kasar, air, udara, dan semen. Rumus isi agregat halus sebagai berikut:

$$\text{Volume Air} = \frac{205}{1000}$$

$$= 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume padat semen} = \frac{336.07}{3.15 \times 1000}$$

$$= 0.107 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolut agregat kasar} = \frac{945.9}{2.64 \times 1000}$$

$$= 0.358 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 1\% \times 1$$

$$= 0.01 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pada selain agregat halus} = (0.205 + 0.107 + 0.358 + 0.01)$$

$$= 0.671 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat halus yang dibutuhkan} = 1 - 0.680$$

$$= 0.320 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus yang dibutuhkan} = 0.320 \times 2.61 \times 1000$$

$$= 835.20 \text{ kg}$$

7. Perbandingan Berat

Sesuai dengan SNI 7656:2012 didapat nilai perbandingan berat air (air bersih), semen, agregat halus (kering), dan agregat kasar (kering) pada Tabel 4.17.

Tabel 3.7: Perbandingan berat beton.

Keterangan	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volme absolut (kg)
Air (berat bersih)	205	205

Tabel 3.7: *Lanjutan.*

Keterangan	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volme absolut (kg)
Semen	336.07	336.07
Agregat Kasar	945.9	945.9
Agregat Halus	859	835.20

8. Koreksi Terhadap Kandungan Air

Pengujian kadar air menunjukkan nilai kadar air yang terdapat pada agregat seperti dibawah ini. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian agregat menjadi:

Kadar air agregat yang didapat:

Agregat Kasar : 1.49%

Agregat Halus : 3.95%

Agregat Kasar (basah) : $971.43 \times (1+0.0149) = 969.99$ kg

Agregat Halus (basah) : $859 \times (1+0.0395) = 882.93$ 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 : $1.49\% - 1.10\% = 0.39\%$

Air yang diberikan agregat halus : $3.95\% - 3.10\% = 0.85\%$

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

$205 - (984.45 \times 0.39\%) - (944.91 \times 0.85\%) = 193.59$ kg

Maka perkiraan 1 m^3 beton memerlukan bahan sebagai berikut:

Air (yang ditambahkan) : 193.59 kg

Semen : 336.07 kg

Agregat Kasar : 969.99 kg

Agregat Halus : 882.93 kg +

Total : 2345 kg

4.5 Kebutuhan Material

Kebutuhan material diperoleh berdasarkan hasil perhitungan mix desain diatas, dengan rincian sebagai berikut:

1. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan data sebagai berikut:

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

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

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

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

$$= 5298,75 \text{ cm}^3 = 0,0053 \text{ m}^3$$

2. Total bahan material yang diperlukan untuk membuat 1 benda uji normal berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm × 30 cm sebagai berikut:

$$\text{Air} = 1025.01 \text{ gr}$$

$$\text{Semen} = 1781.17 \text{ gr}$$

$$\text{Agregat Halus} = 4678.38 \text{ gr}$$

$$\text{Agregat Kasar} = 5386.01 \text{ gr}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Suhudi, K., dan Purnama, A. (2016). *Penelitian Pasir Dari Sungai Brantas Desa Padangan Kecamatan Ngantru Kabupaten Tulungagung (Sand Research From the Brantas River, Padangan Village, Ngantru District, Tulungagung Regency)*. 02(7), 46–56. <http://journal.unita.ac.id/index.php/daktilitas/>
- Arman, A. (2018). Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar Sni 7656-2012 Dan Astm C 136-06. *Rang Teknik Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.31869/rtj.v1i2.760>
- 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.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 1873:2008 Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 1-13
- 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>
- Gobel, F. M. Van. (2017). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa, Dan Teknologi*, 5(1), 22–33. <https://stitek-binataruna.e-journal.id>
- Hidayat, T. F., Herlina, N., dan 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>
- Hudori, M., dan Wijaya, I. (2019). Desain rancangan percobaan pada pengujian kuat tekan beton berbahan campuran cangkang kemiri. *Racic: Rab Construction Research*, 4(1), 12–19.
- Irawan, A., dan Wijayanti, D. (2019). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri sebagai Substitusi Agregat Halus dalam Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton*. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(3), 45-53
- Jasmine, K. (2014). *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
- Melinda, S., Dapas, S. O., dan Sumajouw, M. D. J. (2020). Studi Eksperimental Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Kapur Dan Batu Apung Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), 671–

678.

- Mulyati, M., dan 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>
- Nasional, B. S. (2012). Sni 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*.
- Piusaputri, M. A. G., Zuraidah, S., dan Sujatmiko, B. (2023). Pengaruh Substitusi Serbuk Kapur Tohor Terhadap Semen Pada Beton Memadat Mandiri (Self-Compacting Concrete) Ditinjau Dari Kuat Tekan. *Jurnal CONCRETE: Construction and Civil Integration Technology*, 1(2), 119–126.
- R.Rangan, dkk., (2022). The Potential Utilization of Candlenut Shell Waste as Coarse Aggregate Replacement in Concrete. *Design Engineering*, 1(1), 458–465. <https://www.researchgate.net/publication/358045342>
- Simanjuntak, J. O., Saragi, T. E., Simanjuntak, N. I., dan Hulu, I. (2021). Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Penggunaan Cangkang Kemiri Pada Beton Ramah Lingkungan. *Jurnal Darma Agung*, 29(2), 146. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v29i2.942>
- Siregar, R., Turnip, E., dan Ginting, R. (2022). Perencanaan Kuat Tekan Dan Tarik Beton Menggunakan Agregat Dari Desa Janji KAB. LABURA f'c 30 MPa (Studi Laboratorium). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.46930/tekniksipil.v11i1.1654>
- Siregar, H. C., Irwan, I. H., dan Nurmaidah, I. (2010). Analisa Pengaruh Temperatur Air Terhadap Kuat Tekan Beton Dosen Fakultas Teknik , Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area (UMA). *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 10.
- 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*.
- Sutanto, H., Abdi, F. N., dan Kesuma, R. A. (2021). Pemanfaatan Cangkang Kemiri Aleurites Moluccana (Candlenut) Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan. *Jurnal Teknologi Sipil*, 5(1), 44–54.
- Zulkarnain, F., dan Sani, I. I., (2021). Perbandingan Pemakaian Air Kapur

Serta Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Ketahanan Beton Mutu Tinggi. Jurnal Teknik Sipil, 23-33.