

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN TEMPURUNG KELAPA DAN
SIKAMENT-NN DALAM PEMBUATAN BALOK BETON
BERDASARKAN UJI KUAT GESER**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh :

**AINURRASYID
1907210022**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ainurrasyid
NPM : 1907210022
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Pecahan Tempurung Kelapa Dan
Sikament-NN Dalam Pembuatan Balok Beton Berdasarkan
Uji Kuat Geser
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 13 September 2023

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ainurrasyid
NPM : 1907210022
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Pecahan Tempurung Kelapa Dan Sikament-NN Dalam Pembuatan Balok Beton Berdasarkan Uji Kuat Geser

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

Medan, 13 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II



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



Zulkifli Siregar, S.T., M.T.

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Ainurrasyid
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 23 Januari 2001
NPM : 1907210022
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

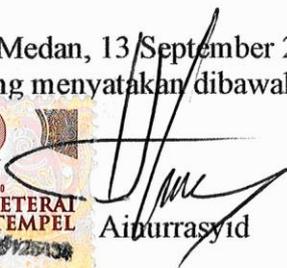
“Pengaruh Penambahan Pecahan Tempurung Kelapa Dan Sikament-NN Terhadap Pembuatan Balok Beton Berdasarkan Uji Kuat Geser (Studi Penelitian).”

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik Diprogram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13/September 2023
Saya yang menyatakan dibawah ini



 20
METERAI
TEMPEL
34EAKX070125438
Ainurrasyid

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN TEMPURUNG KELAPA DAN SIKAMENT-NN DALAM PEMBUATAN BALOK BETON BERDASARKAN UJI KUAT GESER

Ainurrasyid
1907210022

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

Beton menjadi salah satu bahan dalam bidang konstruksi, digunakan untuk konstruksi bangunan gedung, jembatan dan sebagainya. Saat ini beton banyak mengalami inovasi untuk menghasilkan beton yang lebih baik dan ekonomis. Perilaku kuat geser balok beton pada keadaan runtuh karena geser sangat berbeda dengan keruntuhan karena lentur. Jika geser murni dihasilkan dalam suatu batang, tegangan tarik utama dengan besar yang sama akan dihasilkan pada bidang yang lain. Karena kekuatan tarik beton lebih kecil dari kekuatan geser, beton akan runtuh dalam tarik sebelum kekuatan gesernya dicapai. Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan Pecahan Tempurung kelapa dan zat kimia Sikament-NN dengan menggunakan metode eksperimen. Variasi yang digunakan adalah 1,3%,1,4% dan 1,5% dari berat agregat kasar dan tambahan Sikament-NN sebesar 2,3%. Sampel yang digunakan adalah 40 balok beton berukuran 50 x25 x25 cm.

Kata Kunci : Tempurung, Kuat Geser, Sikament-NN

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF COCONUT SHELL FRAGMENTS AND SIKAMENT-NN IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE BEAMS BASED ON THE SHEAR STRENGTH TEST

Ainurrasyid

1907210022

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

Concrete is one of the materials in the field of construction, used for the construction of buildings, bridges and so on. Currently, concrete has undergone many innovations to produce better and more economical concrete. The behavior of the shear strength of concrete beams in the state of collapse due to shear is very different from the collapse due to bending. If pure shear is generated in a bar, a principal tensile stress of the same magnitude will be generated in the other plane. Since the tensile strength of concrete is less than the shear strength, the concrete will collapse in tensile before its shear strength is reached. The method used in the manufacture of concrete by utilizing coconut shell fragments and Sikament-NN chemicals using the experimental method. The variations used were 1.2%, 1.3% and 1.9% by weight of coarse aggregate and an additional Sikament-NN of 1.3%. The samples used were 40 concrete beams measuring 40 x25 x25 cm.

Keywords: Coconut, Shear Strength, Sikament-NN

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penambahan Pecahan Tempurung Kelapa dan Sikament-NN Dalam Pembuatan Balok Beton Berdasarkan Uji Kuat Geser” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Assoc.Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain,S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Bapak Prof. Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Zulkifli Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc, Ph.D. selaku selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
7. Kepada Kedua Orang Tua Saya, yang selalu mensupport dan mendoakan agar saya diberi kelancaran dan Kesehatan untuk bisa sampai tahap akhir ini.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas vii Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Rekan-rekan seperjuangan, kelompok penelitian tempurung kelapa dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
11. Dan untuk saya sendiri yang telah berjuang keras menyelesaikan studi saya di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimassa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan, 13 September 2023

Ainurrasyid

DAFTAR ISI

LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Bahan Dasar Beton	6
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Agregat Halus	7
2.2.3 Agregat Kasar	8
2.2.4 Air	10
2.3 Pecahan Tempurung Kelapa	10
2.4 Sikamen NN	12
2.5 Kuat Geser	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Metodologi Penelitian	14
3.2 Tahapan Penelitian	14

3.3 Lokasi dan Waktu penelitian	17
3.4 Sumber Data dan Pengambilan Data	17
3.4.1 Data Primer	17
3.4.2 Data Sekunder	17
3.5 Alat dan Bahan	17
3.5.1 Alat	17
3.5.2 Bahan	18
3.6 Desain Benda Uji	19
3.7 Pemeriksaan Agregat	19
3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	19
3.7.2 Analisa Gradasi Agregat	20
3.7.3 Kadar Lumpur Agregat	21
3.7.4 Berat isi Agregat	21
3.7.5 Kadar Air Agregat	22
3.8 Pembuatan Pecahan Tempurung Kelapa	22
3.9 Proses Pembuatan Sikament-NN	22
3.10 Perencanaan Mix Design	23
3.11 Pembuatan Benda Uji	30
3.12 Pemeriksaan Slump Test	31
3.13 Perawatan (Curing)	32
3.14 Uji Absorsi Beton	32
3.15 Pengujian Kuat Geser Balok Beton	33
BAB 4 HASIL DAN PENELITIAN	34
4.1 Umum	34
4.2 Pemeriksaan Agregat Halus	34
4.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	34
4.2.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	35
4.2.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.2.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	36
4.2.5 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	37
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	38
4.3.1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	38

4.3.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar	39
4.3.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	40
4.3.4 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	40
4.3.5 Pegujian Kadar Air Agregat Kasar	41
4.4 Perencanaan Mix Design	42
4.4.1 Mix Design	42
4.5 Kebutuhan Bahan	47
4.6 Slump Test	48
4.7 Pengujian Kuat Geser Beton	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan pembuatan beton normal	6
Gambar 2. 2 Pecahan Tempurung kelapa	11
Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian	16
Gambar 4.2 Grafik Batang Kuat Geser Tiap Variasi	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gradasi agregat halus lolos ayakan	8
Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Kasar	10
Tabel 3. 2 Benda uji dan campuran pembuatan balok beton	19
Tabel 3. 3 Nilai slump yang dianjurkan untuk konstruksi	23
Tabel 3. 4 Hubungan rasio air-semen atau air-bahan dan kekuatan beton	26
Tabel 3. 5 Volume agregat kasar per satuan volume beton	27
Tabel 3. 6 Perkiraan awal berat beton segar	27
Tabel 4.1 Pengujian Analisa Agregat Halus	34
Tabel 4.2 Perhitungan Agregat Halus	34
Tabel 4.3 Analisa Gradasi Agregat Halus	35
Tabel 4.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	36
Tabel 4.5 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	37
Tabel 4.6 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	37
Tabel 4.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	38
Tabel 4.8 Analisa Gradasi Agregat Kasar	39
Tabel 4.9 Pengujian Kadar Lumpur Agregat kasar	40
Tabel 4.10 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	40
Tabel 4.11 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	41
Tabel 4.12 Tabel Data Mix Design	42
Tabel 4.13 Tabel Rasio Air	43
Tabel 4. 14 Tabel Rasio Air Semen	43
Tabel 4.15 Tabel Berat Kering Agregat Kasar	44
Tabel 4.16 Tabel Berat Beton Segar	45
Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Berat	46
Tabel 4.18 Kebutuhan Bahan Tiap Variasi Campuran	47
Tabel 4.19 Tabel Nilai Slump	49
Tabel 4.21 Nilai Rata – Rata Kuat Geser Tiap Variasi	50
Tabel 4.22 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Geser	51

DAFTAR NOTASI

f_c'	= Kuat Tekan	(N/mm ²)
P	= Gaya Tekan Maksimum	(N)
A	= Luas Penampang Benda Uji	(mm ²)
E _c	= Modulus Elastisitas	(Mpa)
W _c	= Berat isi beton antara 1440 – 2560	(kg/m ³)
P	= Kadar air benda uji	(%)
W ₁	= Massa benda uji	(gr)
W ₂	= Massa benda uji kering oven	(gr)
A	= Berat benda uji kering oven	(gram)
B	= Berat piknometer berisi air	(gram)
C	= Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gram)
S	= Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gram)
γ	= Berat isi agregat	(kg/m ³)
W	= Berat agegat	(Kg)
V	= Volume wadah	(m ³)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Pemecahan Tempurung Kelapa	57
Lampiran A. 2 Pencampuran Bahan	57
Lampiran A.3 Benda Uji	58
Lampiran A. 4 Compression Test Machine	58
Lampiran A. 5 Slump Test	59
Lampiran A. 6 Dial Gauge dan Uji Balok Beton	59
Lampiran A. 6 Dial Gauge dan Uji Balok Beton	59

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton menjadi salah satu bahan dalam bidang konstruksi, digunakan untuk konstruksi bangunan gedung, jembatan dan sebagainya. Saat ini beton banyak mengalami inovasi untuk menghasilkan beton yang lebih baik dan ekonomis. Saat ini beton banyak dimodifikasi dengan mencampurkan berbagai bahan limbah sebagai pengganti agregat kasar dan halus. Penggunaan bahan alam secara terus menerus akan menyebabkan sumber daya alam menurun habis. Persoalan tersebut memicu dilakukannya pembaharuan dalam pembuatan atau campuran beton. Yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas beton (Jacky et al., 2018).

Beton merupakan bahan bangunan yang populer di Indonesia karena bahannya mudah didapat, aplikasinya mudah dan harganya pun relatif murah. Saat ini beton merupakan material yang banyak dipakai dalam pembangunan infrastruktur, karena sifatnya yang mudah dibentuk, minim perawatan serta tidak mudah terkena korosi (Lisantonono et al., 2018). (Haq & Andayani, 2017).

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan. Kekayaan alam Indonesia dipenuhi dengan berbagai jenis tumbuhan, salah satunya adalah kelapa, dimana buahnya biasa digunakan untuk bahan makanan dan Tempurungnya untuk pembakaran. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian Indonesia, produktivitas kelapa di Indonesia sebanyak 2.85 Juta ton pada tahun 2021. Produktivitas yang tinggi menempatkan Indonesia sebagai negara dengan penghasil kelapa terbanyak di dunia. Kebutuhan kelapa yang terus meningkat akan menghasilkan sisa Tempurung kelapa yang semakin banyak dan akhirnya menjadi limbah sampah. Limbah Tempurung kelapa dapat dijadikan bahan recycle untuk dikembangkan dalam pembuatan beton. Pemilihan Tempurung kelapa sebagai bahan campuran beton dikarenakan strukturnya yang keras. Kekuatan yang dimiliki Tempurung kelapa diharapkan dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat geser beton normal (Jacky et al., 2018).

Sikament-NN merupakan superplasticizer yang sangat efektif dalam mengurangi jumlah air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. pada kelecakan dan kuat tekan beton yang diinginkan (Megasari, 2017).

Perilaku geser balok beton bertulang pada keadaan runtuh karena geser sangat berbeda dengan keruntuhan karena lentur. Balok yang hancur karena geser kehancurannya secara tiba-tiba tanpa adanya pemberitahuan terlebih dahulu. Jika geser murni dihasilkan dalam suatu batang, tegangan tarik utama dengan besar yang sama akan dihasilkan pada bidang yang lain. Karena kekuatan tarik beton lebih kecil dari kekuatan geser, beton akan runtuh dalam tarik sebelum kekuatan gesernya dicapai (Salvana et al., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh Tempurung kelapa dan *sikament-nn* terhadap kuat geser balok beton?
2. Pada persentase berapa Tempurung kelapa dan *sikament-nn* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat geser balok beton?
3. Bagaimana perbandingan antara kuat geser balok beton Tempurung kelapa dan *sikament-nn* dengan kuat geser balok beton normal?

1.3 Ruang Lingkup

Lingkup permasalahan yang ada di penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode untuk perencanaan campuran beton menggunakan stardar nasional indonesia (SNI 7656:2012).
3. Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe 1 dengan merk Semen Padang.
4. Agregat kasar, agregat halus, dan air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Persentase Tempurung kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,5%, 1,7%, dan 2% dari berat agregat kasar yang digunakan dan benda uji masing-masing variasi sebanyak 3 (tiga) buah.
6. Ukuran Tempurung kelapa yang digunakan ialah lolos saringan no.3/8 dan tertahan pada saringan no.4.
7. Persentase *sikament-nn* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2,3% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
8. Jumlah seluruh benda uji 14 buah.
9. Benda uji berupa balok beton dengan ukuran 50cm x 15cm x 15cm.
10. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh pecahan Tempurung kelapa dan *sikament-nn* terhadap uji kuat geser balok beton.
2. Untuk mengetahui pada persentase berapa Tempurung kelapa dan *sikament-nn* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat geser balok beton.
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat geser balok beton Tempurung kelapa dan *sikament-nn* dengan kuat geser balok beton normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bahwa Tempurung kelapa sebagai substitusi agregat kasar dapat memberikan peningkatan kualitas pada beton, dan dapat memberikan suatu pandangan dan bukti nyata tentang penggunaan Tempurung kelapa sebagai substitusi agregat karena cara mendapatkannya mudah dan harganya relative murah, sehingga diharapkan dapat digunakan pada tahap pelaksanaan dilapangan dan dapat memberikan perkembangan terhadap teknologi beton.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang akan digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tempat dan waktu penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibuatkan pembahasan yang digunakan untuk memecahkan masalah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan dan memberikan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir sebagai suatu usulan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Beton didefinisikan “sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat” (SK SNI T-15-1991-03). Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Pemilihan material yang memenuhi persyaratan sangat penting dalam perencanaan beton, sehingga diperoleh kekuatan yang optimum (Fabiana Meijon Fadul, 2019).

Beton merupakan perpaduan antara campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Campuran tersebut akan membentuk suatu massa yang padat mempunyai kuat tekan yang tinggi. Kepadatan beton pada saat percampuran harus diperhatikan karena sangat berpengaruh pada pori-pori beton, Berdasarkan SNI 2493:2011 beton didefinisikan sebagai campuran yang terdiri dari semen, air, agregat kasar dan agregat halus serta bahan tambah apabila diperlukan dengan perbandingan tertentu bersifat plastis pada saat pertama dibuat dan kemudian secara perlahan-lahan akan mengeras seperti batu. Campuran yang masih plastis ini dicor kedalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen-air, yang menyebabkan perkerasan beton (Mecha et al., 2018).

Karakteristik beton terdiri atas kemudahan dalam pengadukan, penyaluran, pengecoran, kepadatan, dan penyelesaian, serta tidak menimbulkan terpisahnya material yang tersusun pada pengadukan dan persyaratan kualitas beton bagi pemenuhan ketetapan konstruksi. Pasa umumnya keuntungan dan kekurangan beton adalah (Kusnadi, 2022) :

1. Mampu menjadi solusi pembenturan yang disesuaikan pada kecukupan konstruksi.
2. Dapat menahan muatan yang berat.
3. Stabil pada suhu tinggi.
4. Pembiayaan eksploitasi yang terjangkau

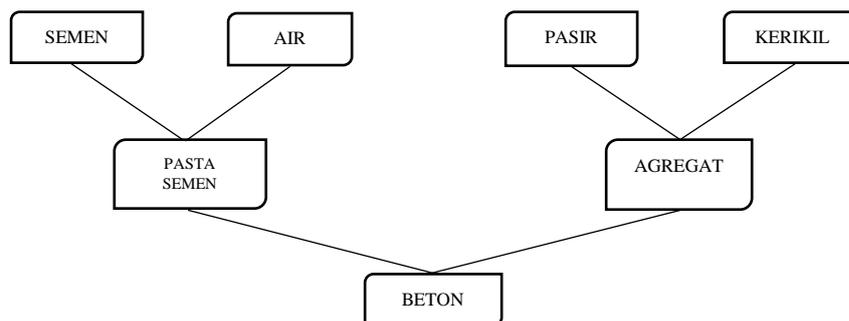
5. Pembuatan bentuk yang tidak dapat diubah.
6. Tata laksana kinerja memerlukan kesiapan yang besar.
7. Berat.
8. Pemantulan suara tinggi.

2.2 Bahan Dasar Beton

Pembuatan mutu beton tergantung dari penggunaan nilai beratnya air antar semen yaitu aspek air semen, disamping kualitas gradasi agregat kasar dan halus (fas). Tingkat kemampuan kerja beton yang dibuat juga akan dipengaruhi oleh nilai level ini.

Selain itu terkadang dalam campuran beton ditambahkan bahan tambahan berupa bahan tambahan kimiawi dan mineral/bebam tambahan untuk beberapa keperluan. Penggunaan bahan kimia yang ditambahkan yaitu bubuk ataupun fluida secara nyata memberikan pengaruh situasi pencampuran beton secara kimiawi dan mineral, sedangkan dalam bentuk agregasi yang memiliki sifat tertentu. Bahan kimia dan mineral yang ditambahkan tersebut diinginkan mampu mengubah kualitas dan karakter pencampuran beton disesuaikan pada situasi serta kegunaan yang diharapkan dan penggunaannya menjadi substitusi beberapa elemen utama beton. Sejalan dengan SNI S-18-1990-03 mengenai rincian bahan yang ditambahkan terhadap beton dan pengaturan standarisasi penyedia bahan aditif beton.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari.



Gambar 2. 1 Bagan pembuatan beton normal

2.2.1 Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik. Semen portland termasuk semen hidrolik. Semen portland dibuat dengan melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Kandungan semen portland adalah : kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO₄) kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang-kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus (Indra, 2020).

Produk semen Portland di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia, dan termasuk dalam kategori SNI Wajib yang dilindungi oleh Undang- Undang Nomor 20 tahun 2014 tentang Standarisasi dan Penilaian Kesesuaian.

Standar Nasional Indonesia tentang semen Portland di Indonesia pertama kali terbit pada tahun 1994, yaitu “SNI 15 2049 1994 Semen Portland.” Sebelumnya diatur dalam Standar Industri Indonesia (SII) tahun 1978 dan NI 1964.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolik atau adukan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay.

Menurut PBI (1971), syarat – syarat agregat halus (pasir) adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus harus menjadi butiran tajam dan keras, tidak mudah pecah dan harus tahan terhadap cuaca baik panas maupun hujan.
2. Agregat halus tidak boleh memiliki kandungan lumpur diatas 5% terhadap total berat agregat kering. Apabila lebih maka harus dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak, bisa diuji dengan cara percobaan warna dari *Abrams header* dengan menggunakan larutan NaOH.
4. Agregat halus terdiri dari butiran dan harus lolos ayakan yang telah disusun sesuai syarat berikut :
 - a. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat.
 - b. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat.
 - c. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus tersisa antara 80-90% berat.

Pasir sebagai agregat halus juga harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang ditentukan. Ketentuan gradasi ditunjukkan pada table

Tabel 2. 1 Gradasi agregat halus lolos ayakan

Lubang Ayakan (mm)	Berat butir yang lewat ayakan dalam persen (%)			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-95	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butiran-butiran besar (5mm hingga 40 mm). Sifat dari agregat kasar sangat mempengaruhi kekuatan akhir dari beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi

beton, cuaca dan efek perusak lainnya. Agregat kasar dapat dibedakan menjadi 3 dinilai dari berat jenisnya yaitu :

1. Agregat Normal

Agregat normal memiliki berat jenis 2,5-2,7 gr/cm³. Agregat ini biasanya terdapat pada granit, basal, kuarsa dan lainnya.

2. Agregat Berat

Agregat ini memiliki berat jenis 2,8-5 gr/cm³. Agregat ini biasanya terdapat pada magnetit (Fe₃O₄), barites (BaSO₄), serbuk besi dan lainnya.

3. Agregat Ringan

Agregat ringan adalah yang memiliki berat jenis kurang dari 2 gr/cm³. Misalnya tanah bakar, abu terbang, busa terak tanur tinggi.

Menurut PBI (1971) syarat-syarat agregat kasar normal adalah sebagai berikut :

- A. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras tidak berpori. Adapun agregat kasar yang butir pipih bisa dipakai namun tidak lebih 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar harus kuat tidak mudah pecah atau hancur oleh cuaca baik matahari dan hujan.
- B. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%
- C. Agregat kasar tidak boleh memiliki zat yang merusak beton seperti zat reaktif alkali.
- D. Agregat kasar harus terdiri dari butir yang jika diayak dengan susunan ayakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - 1. Sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0%.
 - 2. Sisa diatas ayakan 4 mm harus berkisar 90-98%.
 - 3. Selisih antara sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan, maksimum 60% dan minimum 10%\

Agregat kasar harus memenuhi gradasi dan pesyaratan yang ditentukan. Batas gradasi agregat kasar dapat dilihat pada table

Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran saringan (mm)	Prosentase lolos saringan (%)	
	Kasar	Agak Halus
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	22-55
4,8	0-5	0-10

2.2.4 Air

Pembuatan beton menggunakan bahan dasar yang penting dan paling terjangkau yaitu “Air”. Fungsi air memberikan reaksi pada berat semen sekitar 20% serta sebagai pelumas butiran agregat. Selanjutnya perlu adanya perawatan beton menggunakan air.

Dalam beton air berfungsi sebagai bahan untuk bereaksi kimia dengan semen membentuk suatu pasta semen. Selain itu air digunakan sebagai bahan pelumas pada beton yang berhubungan dengan workability. Pemberian air yang berlebihan pada adukan beton juga akan mengurangi kekuatan beton itu sendiri

Syarat-syarat dicampurnya beton dengan air (SNI 03-6861.1-2002):

1. Bersih dan tidak memiliki kandungan minyak, lumpur, dan benda apung lain yang mampu ditinjau secara kasat mata.
2. Tidak memiliki kandungan benda suspensi melebihi 2 gr/liter
3. Tidak memiliki kandungan garam yang terlarut dan mengancam beton diantaranya asam, kandungan organik, dan lainnya) melebihi 14 gr/liter.
4. Mengandung klorida (Cl) < 0,50 gr/liter, dan asam sulfat < 1 gr/liter sebagai SO₃.

2.3 Pecahan Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa adalah limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industry yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama mereka. Memanfaatkan Tempurung kelapa secara optimal adalah sebuah tantangan, namun jika kita bisa

akan menjadi perubahan besar baik secara bertambahnya jenis beton juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan bahkan juga dapat meningkatkan nilai ekonomi bagi masyarakat.

Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang masih belum banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan bagian buah lainnya, meskipun Sebagian kecil sudah dimanfaatkan menjadi arang dan tepung kelapa. Berat dan tebal Tempurung kelapa ditentukan oleh jenisnya. Berat Tempurung kelapa sekitar 15-19% bobot total dengan memiliki ketebalan 3-5 mm. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras, secara kimiawi memiliki komposisi kimiawi yang hampir mirip dengan kayu.

Tempurung kelapa adalah kulit dalam dari buah kelapa yang banyak mengandung SiO_2 yang membuat Tempurung itu keras sekali. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh chereminisoff, komposisi kimia Tempurung kelapa adalah selulosa 26,60%, lignin 29,40%, pentosan 27,70%, solvent ekstraktif 4,20%, uronat anhidrid 3,50%, abu 0,62%, nitrogen 0,11% dan air 8,01%. Sedangkan komposisi unsur terdiri atas karbon (74,3%), oksigen (21,9%), silikon (0,2%), kalium (1,4%), sulfur (0,5%) dan posfor (1,7%). Perubahan komponen dan kandungan Tempurung kelapa menjadi arang Tempurung kelapa menghasilkan kandungan karbon yang tinggi dengan sedikit kenaikan persentase kandungan abu, menghilangkan kandungan moisture (kelembaban) dan pengurangan kandungan volatile. Kandungan yang terdapat pada Tempurung kelapa



Gambar 2. 2 Pecahan Tempurung kelapa

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk meninjau pengaruh bahan tambah terhadap peningkatan mutu beton. Nawati, Tuminang, Rafian Tistro (2019) melakukan penelitian dengan menambahkan tempurung kelapa dalam campuran beton.

Nawati, dkk (2019), Variasi tempurung kelapa yang digunakan dalam campuran beton normal adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat agregat kasar (batu pecah $\frac{1}{2}$). Penambahan tempurung kelapa pada campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton, dimana semakin banyak jumlah tempurung kelapa yang digunakan semakin menurun nilai kuat tekannya, dengan hasil kuat tekan sesuai komposisi 2.5% = 19.854 Mpa, 5% = 18.738 Mpa, 7,5% = 17.049 Mpa, 10% = 16.137 Mpa terhadap beton normal dengan kuat tekan sebesar 18.443 Mpa. Sedangkan penambahan tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh pada nilai kuat tarik belah beton, hal ini di buktikan dengan nilai pengujian kuat tarik belah pada umur 14, 21 dan 28 hari terbesar berada pada kadar 0% tempurung kelapa.

2.4 Sikamen NN

Sikament-NN merupakan superplasticizer dengan pengurang air dalam jumlah besar dan mempercepat pengerasan beton. Cairan superplasticizer yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi sesuai dengan ASTM C 494-92 type F.

Sikament-NN digunakan sebagai superplasticizer dalam produksi beton yang mengalir dan sebagai bahan pengurang air untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi untuk :

- a. Beton pra-cetak
- b. Beton pra-tekan
- c. Jembatan dan struktur penyangga
- d. Area dimana cetakan atau bekisting harus segera dipindahkan atau segera dibebani

Sikament NN juga memeberikan beberapa keuntungan sebagai berikut :

A. Sebagai *superplasticizer*

1. Kelecekan (*workability*) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dan penulangan yang rapat.
2. Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan , waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (*retardation*)
3. Mengurangi resiko pemisahan (*segregation*) secara signifikan

B. Sebagai bahan pengurangan air

1. Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari.
2. Kekuatan tinggi selama 12 jam.

Sikament-NN dapat digunakan dengan dosis 0,30% - 2,30% dari berat semen tergantung pada kelecekan dan kuat tekan beton yang diperlukan. Sikament-NN dapat ditambahkan ke air adukan sebelum air tersebut dicampurkan dengan agregat atau dalam sebagian kasus ditambahkan langsung ke dalam beton yang baru di aduk. Ketika ditambahkan ke beton yang baru saja diaduk, efek plastizing-nya lebih terlihat. Untuk beton ready mix, Sikament-NN ditambahkan ke beton segera sebelum dituang (*discharge*) dan setelah pengadukan lebih lanjut selama tiga sampai lima menit. Menurut Ramadhani, KC., Yanti,

2.5 Kuat Geser

Kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk menahan gaya luar salah satunya gaya transversal. Dalam menerima gaya transversal, balok akan menghasilkan momen dan gaya geser. Gaya geser akibat beban transversal.

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) bwd$$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton dengan memanfaatkan Pecahan Tempurung kelapa dan dan zat kimia *Sikament-NN* dengan menggunakan metode eksperimen, yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Persiapan peralatan yang akan digunakan dan pengujian material utama pembuatan benda uji beton (Agregat kasar, Agregat halus, Semen Portland dan Air) yang akan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (mix design).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada (SNI 7656, 2012). Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

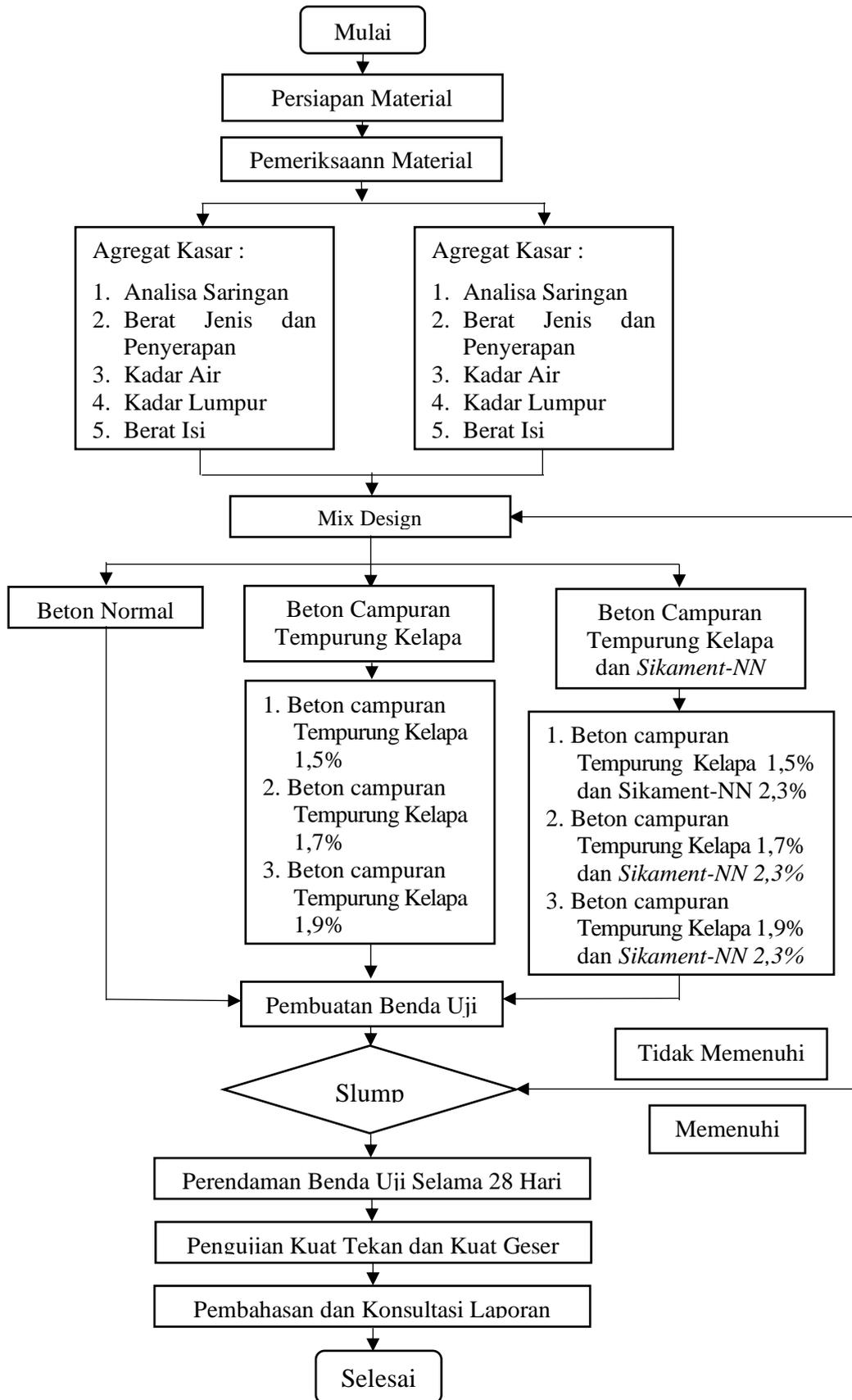
4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 7656-2012
- c. Pengecoran ke dalam balok beton.
- d. Pelepasan benda uji dari balok beton.

5. Perawatan Benda Uji Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton didalam bak selama 28 hari.
6. Pengujian Beton
Pada tahapan ini dilakukan pengujian absorpsi, kuat tekan, dan modulus elastisitas beton.
7. Analisis Data dan Pembahasan
Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.
8. Penarikan Kesimpulan
Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu di buat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

Secara keseluruhan tahapan penelitian dapat dilihat dalam diagram alir pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian

3.3 Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk pengerjaan pembuatan beton, perendaman, uji absorpsi dan uji kuat tekan beton. Pengerjaan uji modulus elastisitas untuk beton normal dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sumatera utara.

3.4 Sumber Data dan Pengambilan Data

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

1. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2016).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2016).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973:2008).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971-2011).

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku atau artikel yang berhubungan dengan teknik beton. Beberapa referensi dalam pembuatan beton seperti buku SNI dan ASTM (American Society For Testing And Materials). Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.5 Alat dan Bahan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal, maka diperlukan peralatan dan bahan yang berkualitas untuk memenuhi persyaratan yang berlaku. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Alat untuk pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian, meliputi : ayakan standart, penggetar ayakan (siever), timbangan, gelas ukur, kerucut conus, oven, desicator, volumetric flash, mesin uji Los Angeles.
2. Alat untuk pembuatan campuran adukan beton, meliputi : timbangan, bak penampung adukan beton, dan mollen.
3. Alat untuk pembuatan sampel uji kuat tekan beton, meliputi : Kerucut Abram's, tongkat baja, cetakan balok beton.
4. Alat untuk keamanan dalam penelitian meliputi : masker, sarung tangam, kacamata dan kain lap
5. Alat untuk menguji kuat geser balok beton.

3.5.2 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen Portland tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 4. Agregat yang digunakan berasal dari Medan Amplas, Sumatera Utara.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 1,5. Agregat yang digunakan berasal dari Medan Amplas, Sumatera Utara.

4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen.

5. Superplasticizer (*Sikament-NN*)

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah Superplasticizer yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.

6. Pecahan Tempurung Kelapa

Pecahan Tempurung kelapa yang digunakan untuk penelitian ini didapatkan dari pengepul kelapa di pajak Amplas Medan, Sumatera Utara.

3.6 Desain Benda Uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran diameter 15cm x 15cm x 50cm dan dengan sampel 21 buah beton. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 3. 1 Benda uji dan campuran pembuatan balok beton

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Pecahan Tempurung Kelapa	<i>Sikament-NN</i>	Jumlah Sampel
1.	BTN	100%	100%	0%	0%	3
2.	BTK 1,1%	98,5%	100%	1,5%	0%	3
3.	BTK 1,4%	98,3%	100%	1,7%	0%	3
4.	BTK 1,5%	98,1%	100%	1,9%	0%	3
5.	BTKN 1,5%	98,5%	100%	1,5%	2,3%	3
6.	BTKN 1,5%	98,3%	100%	1,7%	2,3%	3
7.	BTKN 1,8%	98,1%	100%	1,9%	2,3%	3
JUMLAH						21

Keterangan:

BTN = Beton Normal

BTK = Beton Tempurung Kelapa

BTKN = Beton Tempurung Kelapa *Sikament-NN*

3.7 Pemeriksaan Agregat

3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis dapat dinyatakan dengan berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan atau berat jenis semu. Berat jenis

curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air berdasarkan pada kondisi setelah (24±4) jam direndam di dalam air.

Prosedur pengujian :

1. Pertama – tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahanbahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105 °C sampai berat tetap
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, Lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJ ssd).
7. Benda uji diletakan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

3.7.2 Analisa Gradasi Agregat

Analisa gradasi agregat dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

Prosedur pengujian Analisa gradasi agregat sebagai berikut :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C, sampai berat tetap.
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.

3. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

3.7.3 Kadar Lumpur Agregat

Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.

Prosedur Pengujian kadar lumpur dilakukan sebagai berikut :

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 500 gram Kemudian ditimbang (W1).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencucisecukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang – guncangkan hingga kotoran – kotoran pada benda ujihilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ($W4 = W3 - W2$).

3.7.4 Berat isi Agregat

Penentuan berat isi dari campuran beton segar dan beberapa formula untuk menghitung volume produksi campuran, kadar semen, dan kadar udara dalam beton.

Prosedur pengujian berat isi agregat sebagai berikut

1. Berat isi lepas
 - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.

- c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.
- d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat (W_2).
- e. Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.7.5 Kadar Air Agregat

Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan ini mencakup penentuan persentase air yang dapat menguap dari dalam contoh agregat dengan cara pengeringan.

Prosedur pengujian kadar air sebagai berikut

1. Timbang berat talam kosong dan catat (W_1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W_2).
3. Lalu dihitung berat benda ujinya ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
5. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W_4).
6. Lalu dihitung berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.8 Pembuatan Pecahan Tempurung Kelapa

Langkah untuk membuat pecahan Tempurung kelapa sebagai berikut :

1. Tempurung kelapa yang telah diperoleh dari pengepul kelapa di Pajak Amplas Medan dikumpulkan dan dijadikan satu tempat.
2. Setelah itu dicuci bersi dari kotoran dan serat serabut kelapa yang masi menempel.
3. Tempurung kelapa yang telah dibersihkan kemudian dipecah menjadi bagian bagian kecil agar mudah dalam penjemuran.
4. Tempurung yang telah di pecah kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 2 hari.
5. Setelah kering kemudian dicacah lagi menjadi ukuran yang lebih kecil agar bisa menjadi agregat kasar dengan ukuran 10 – 15mm.

3.9 Proses Pembuatan Sikament-NN

Zat kimia *Superplasticizer* Sikament-NN diperoleh langsung dari PT.Sika Indonesia Medan, Sumatera utara.

3.10 Perencanaan Mix Design

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-7656-2012. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-7656-2012 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI-7656-2012 adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Slump

Slump dapat ditambah bila digunakan bahan tambahan kimia, asalkan beton yang diberi bahan tambahan tersebut memiliki rasio air-semen atau rasio air-bahan bersifat semen yang sama atau lebihkecil dan tidak menunjukkan segregasi yang berarti atau bliding berlebihan. Slump boleh ditambah 25 mm untuk metode pemadatan selain dengan penggetaran. Dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3. 2 Nilai slump yang dianjurkan untuk konstruksi

Tipe Konstruksi	Slump(mm)	
	Maksimum	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak)	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang,dinding bawah tanah.	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	<u>50</u>	25

(SNI 7656-2012)

2. Pemilihan ukuran besar butir agregat maksimum

Ukuran nominal agregat kasar maksimum dengan gradasi yang baik memiliki rongga udara yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat berukuran lebih kecil. Dengan demikian, beton dengan agregat berukuran lebih besar membutuhkan lebih sedikit adukan mortar per satuan isi beton.

Secara umum ukuran nominal agregat maksimum harus yang terbesar yang dapat diperoleh secara ekonomi dan tetap menurut dimensi komponen struktur/konstruksinya. Ukuran nominal agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- A. $1/5$ dari ukuran terkecil dimensi antara dinding-dinding cetakan/bekisting.
- B. $1/3$ tebalnya pelat lantai
- C. $3/4$ jarak minimum antar masing-masing batang tulangan, berkas-berkas tulangan, atau tendon tulangan pra-tegang (*pretensioning strands*).

Bila diinginkan beton berkekuatan tinggi, maka hasil terbaik dapat diperoleh dengan ukuran nominal agregat maksimum yang lebih kecil karena hal ini akan memberikan kekuatan lebih tinggi pada rasio air-semen yang diberikan.

3. Perkiraan air pencampur dan kandungan udara

Banyaknya air untuk tiap satuan isi beton yang dibutuhkan agar menghasilkan slump tertentutergantung pada :

- A. Ukuran nominal maksimum, bentuk partikel dan gradasi agregat.
- B. Temperatur beton.
- C. Perkiraan kadar udara.
- D. Penggunaan bahan tambahan kimia.

Slump tidak terlalu dipengaruhi oleh jumlah semen atau bahan bersifat semen lainnya dalam tingkat pemakaian yang normal, penggunaan sedikit bahan tambahan mineral yang halus dapat mengurangi kebutuhan air, perkiraan kebutuhan air untuk beberapa ukuran agregat dan target slump yang diinginkan.

Perbedaan dalam kebutuhan air tidak selalu ditunjukkan dalam kekuatan mengingat adanya faktor-faktor penyimpangan lainnya yang juga terlibat. Agregat kasar yang bundar dan bersudut, keduanya bermutu baik dan memiliki gradasi yang sama, dapat diharapkan menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang kira-kira sama untuk jumlah semen yang sama,

sekalipun ada perbedaan dalam rasio air-semen atau rasio air-(semen+pozolanik) yang dihasilkan dari kebutuhan air pencampur yang berbeda. Bentuk partikel agregat tidak selalu merupakan indikator, baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kekuatan rencana.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan perkiraan kebutuhan air diantaranya dalam menambahkan bahan tambah zat kimia. Bahan tambahan kimia dipakai untuk mengubah sifat-sifat beton, membuat beton lebih mudah dikerjakan; awet; lebih ekonomis; menambah atau mengurangi waktu pengikatan; mempercepat kekuatan dan atau mengontrol panas hidrasi. Bahan tambahan kimia digunakan setelah dilakukan evaluasi secara cermat.

Bahan tambahan/aditif untuk mengurangi kadar air pencampur dan atau mengatur waktu pengikatan yang memenuhi syarat ASTM C 494, bila digunakan dengan atau tanpa campuran bahan tambahan kimia lainnya, akan banyak mengurangi jumlah air per satuan isi beton. Penggunaan sedikit bahan tambahan kimia, untuk slump yang sama, akan memperbaiki sifat beton seperti sifat pengerjaan, penyelesaian akhir (finishing), pemompaan, keawetan, dan kuat tekan serta kuat lenturnya. Penambahan bahan tambahan kimia cair dalam jumlah banyak harus dianggap sebagai bagian dari air pencampur.

4. Pemilihan rasio air-semen atau rasio air-bahan bersifat semen

Rasio w/c atau $w/(c+p)$ yang diperlukan tidak hanya ditentukan oleh syarat kekuatan, tetapi juga oleh beberapa faktor diantaranya oleh keawetan. Oleh karena agregat, semen, dan bahan bersifat semen yang berbeda-beda umumnya menghasilkan kekuatan yang berbeda untuk rasio w/c atau $w/(c+p)$ yang sama, sangat dibutuhkan adanya hubungan antarkekuatan dengan w/c atau $w/(c+p)$ dari bahan-bahan yang sebenarnya akan dipakai. Bila data ini tidak ada, maka perkiraan dan nilai lama dari beton yang menggunakan semen Portland tipe I, diberikan dalam Tabel. Dengan bahan-bahan tertentu, nilai w/c atau $w/(c+p)$ akan memberikan kekuatan seperti dalam Tabel, berdasarkan hasil pengujian benda uji umur 28 hari yang

dipelihara dalam kondisi baku di laboratorium. Kekuatan rata- rata harus melebihi kekuatan yang disyaratkan dengan perbedaan yang cukup tinggi untuk menggunakan hasil-hasil uji yang rendah dalam rentang batas tertentu.

Tabel 3. 3 Hubungan rasio air-semen atau air-bahan dan kekuatan beton

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

(SNI 7656-2012)

5. Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan dalam contoh- contoh di langkah 3 dan langkah 4 tersebut di atas. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampur (langkah 3) dibagi rasio air-semen (langkah 4). Namun demikian, bila persyaratannya memasukkan pembatasan pemakaian semen minimum secara terpisah selain dari persyaratan kekuatan dan keawetan, campuran haruslah didasarkan pada kriteria apapun yang mengarah pada pemakaian semen yang lebih banyak.

Penggunaan bahan pozolanik atau bahan tambahan kimia akan mempengaruhi sifat-sifat dari beton baik beton segar maupun beton yang telah mengeras.

6. Perkiraan Kadar Agregat Kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada Tabel. Atau dilakukan perhitungan secara analitis atau grafis.

Tabel 3. 4 Volume agregat kasar per satuan volume beton

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

(SNI 7656-2012)

Volume ini dipilih dari hubungan empiris untuk menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan untuk pekerjaan konstruksi secara umum. Untuk beton yang lebih kental (keleccakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai (pavement), nilainya dapat ditambah sekitar 10 %.

7. Perkiraan Kadar Agregat Halus

Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan-bahan yang sama.

Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m³ tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan seperti yang akan ditunjukkan dalam contoh-contoh.

Tabel 3. 5 Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275

25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

(SNI 7656-2012)

dapat diperhalus lagi dengan cara sebagai berikut : untuk setiap perbedaan air pencampur 5 kg dengan slump sebesar 75 mm sampai dengan 100 mm (Tabel 2), koreksi berat tiap m³ sebanyak 8 kg pada arah berlawanan; untuk setiap perbedaan 20 kg kadar semen dari 330 kg, koreksi berat per m³ sebesar 3 kg dalam arah bersamaan; untuk setiap perbedaan berat jenis agregat 0,1 terhadap nilai 2,7, koreksi berat beton sebesar 60 kg dalam arah yang sama. Untuk beton dengan tambahan udara, gunakan Tabel. Berat dapat ditambah 1 % untuk setiap 1 % berkurangnya kadar udara dari jumlah tersebut.

Bila diinginkan perhitungan berat beton per m³, secara teoritis rumus berikut ini dapat digunakan :

$$U = 10G_a(100 - A) + c(1 - G_a/G_c) - w(G_a - 1)$$

Keterangan :

U adalah berat beton segar, kg/m³

G_a adalah berat jenis rata-rata gabungan agregat halus dan kasar, kering permukaanjenuh (SSD adalah *saturated surface dry*)

G_c adalah berat jenis semen (umumnya = 3,15)

A adalah kadar udara (%)

w adalah syarat banyaknya air pencampur, kg/m³

c adalah syarat banyaknya semen, kg/m³

Untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan.

8. Penyesuaian Terhadap Kelembapan Agregat

Jumlah agregat yang harus ditimbang untuk beton harus memperhitungkan banyaknya kandungan air yang terserap dalam agregat.

Umumnya, agregat ada dalam keadaan lembab, sehingga berat keringnya harus ditambah sebanyak persentase air yang dikandungnya baik yang terserap maupun yang ada dipermukaan. Banyaknya air pencampuran yang harus ditambahkan ke dalam campuran haruslah dikurangi sebanyak air bebas yang didapat dari agregat, yaitu jumlah air dikurangi air terserap.

Dalam beberapa hal mungkin diperlukan untuk mencampur agregat dalam keadaan kering. Jika penyerapan air (biasanya setelah direndam selama satu hari) lebih besar dari 1%, dan bila struktur pori-pori dalam butiran agregat sedemikian rupa hingga bagian yang cukup berarti dari penyerapan berlangsung dalam waktu sebelum terjadinya pengikatan awal, ada kemungkinan terjadi kehilangan slump yang lebih besar sebagai akibat berkurangnya air pencampur. Juga rasio air-semen akan berkurang akibat adanya air yang terserap sebelum terjadinya pengikatan, dengan anggapan bahwa partikel semen tidak terbawa masuk ke dalam agregat.

Menurut SNI 03-2493-1991, prosedur pembuatan campuran percobaan di laboratorium mengizinkan mencampur agregat dalam kondisi kering udara, bila penyerapannya kurang dari 1,0 % dengan kemungkinan diserapnya air dari beton yang belum menjalani proses pengikatan (*unset concrete*). Disarankan oleh SNI 03-2493-1991 bahwa jumlah yang diserap dapat dianggap sebesar 80 % dari perbedaan antara jumlah air sebenarnya yang terdapat dalam pori-pori agregat (kondisi kering udara) dan penyerapan jumlah nominal 24 jam yang ditentukan dalam SNI 03-1969-1990 atau SNI 03-1970-1990.

Untuk agregat dengan penyerapan lebih besar, SNI 03-2493-1991 mensyaratkan pengondisian sebelumnya untuk memenuhi syarat penyerapan dengan pengaturan berat agregat yang didasarkan pada jumlah kadar air dan pengaturan termasuk air permukaan sebagai bagian dari air pencampur yang disyaratkan.

9. Pengaturan Campuran Beton

Proporsi hasil perhitungan harus diperiksa melalui pembuatan campuran percobaan yang dipersiapkan dan diuji menurut SNI 03-2493-1991 atau sebanyak campuran di lapangan. Pemakaian air harus cukup

untuk menghasilkan slump yang disyaratkan sewaktu memilih proporsi percobaan. Beton harus diperiksa berat isi dan jumlah yang dihasilkan / yield (SNI 03-1973-1990) dan kadar udara (SNI 03-3418-1994). Juga harus diperiksa sifat pengerjaannya, bebas dari segregasi, dan sifat penyelesaiannya (*finishing*-nya). Pengaturan yang sesuai harus pula dilakukan untuk campuran-campuran sebagai berikut.

Kebutuhan air pencampur untuk menghasilkan nilai slump yang sama seperti campuran percobaan adalah setara dengan jumlah bersih air pencampur dibagi dengan jumlah beton yang dihasilkan dari campuran percobaan dalam m^3 . Jika nilai slump campuran percobaan tidak sesuai, tambahkan atau kurangi jumlah kandungan air sebanyak $2 \text{ kg}/m^3$ untuk setiap penambahan atau pengurangan nilai slump sebesar 10 mm.

Perkiraan kembali berat beton segar untuk penyesuaian setara dengan berat beton segar dalam kg/m^3 dari campuran percobaan, dikurangi atau ditambahkan oleh persentase perubahan kadar air campuran percobaan yang telah disesuaikan.

3.11 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm yang berjumlah 21 buah. Benda uji sebanyak 21 buah dibagi menjadi 7 jenis benda uji, dengan kuantitas campuran Tempurung kelapa dan sikament-nn yang berbeda beda. Adapun Langkah-langkah pembuatan benda uji sebagai berikut

1. Pembuatan benda uji balok beton normal :
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.

- e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump Test untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - f. Apabila nilai slump Test telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam.
 - h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Pembuatan benda uji balok beton campuran PTK dan *Sikament-NN*
- a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil mix design.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian tuangkan agregat kasar kedalam molen lalu masukkan campuran PTK yang telah lolos saringan no 3/4 dengan variasi yang telah ditentukan.
 - d. Kemudian masukkan agregat halus.
 - e. Kemudian masukkan semen kedalam molen.
 - f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - g. Kemudian masukkan *Superplasticizer* sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
 - h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat workability adukan.
 - i. Apabila nilai slump telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - j. Diamkan selama 24 jam.
 - k. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.12 Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah untuk pemeriksaan slump tes adalah sebagai berikut :

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.

2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu 44 persebaran adukan menggunakan stopwatch.
4. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500 mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
5. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
6. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.13 Perawatan (Curing)

Proses perawatan (curing) yang dilakukan untuk benda uji pada penelitian ini berdasarkan ketentuan SNI 2493:2011. Proses ini dilakukan dengan cara merendam benda uji kedalam bak perendam berisi air. Benda uji direndam setelah mencapai umur rencana (28 hari). Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perendaman benda uji ini adalah sebagai berikut :

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji tersebut sudah kering dengan sempurna.
3. Isi bak perendam dengan air bersih dari keran Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Masukkan benda uji secara hati-hati ke dalam bak perendam.
5. Diamkan rendaman benda uji tersebut pada umur 27 hari, lalu angkat pada umur 28 hari.
6. Tunggu benda uji mengering lalu timbang benda uji tersebut.

3.14 Uji Absorsi Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan air untuk bergerak melalui rongga-rongga kapiler melalui permukaan hingga lapisan dalam pada beton ketika benda tersebut bersentuhan dengan air. Biasanya penelitian absorpsi diukur dengan menghitung prosentase antara perbedaan massa dari kondisi kering dengan kondisi SSD (saturated surface dry). Prosedur dalam pengujian ini yaitu:

1. Benda uji di timbang terlebih dahulu.
2. Kemudian benda uji direndam selama 28 hari.
3. Setelah perendaman 28 hari benda uji kemudian di timbang kembali.

3.15 Pengujian Kuat Geser Balok Beton

Nilai kuat geser balok beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan cara sistem pembebanan center- point loading.

BAB 4

HASIL DAN PENELITIAN

4.1 Umum

Data dari penelitian sudah diselesaikan perlu dilakukan sebuah analisa dan pembahasan untuk mendapatkan hasil dan tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan coba saya jabarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Medan Tembung. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, analisa saringan, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

4.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada penelitian ini menggunakan SNI 7656-2012 dimana hasil dari penujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengujian Analisa Agregat Halus

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	gram
Berat benda uji kering oven	A	493,00	491,00	gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672,00	672,00	gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai	C	1003,00	1011,00	gram
Batas pembacaan				

Tabel 4.2 Perhitungan Agregat Halus

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (Sd)	$A/(B+S-C)$	2,92	3,05	2,98
Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)	$S/(B+S-C)$	2,96	3,11	3,03

Berat jenis semu (Sa)	$A/(B+A-C)$	3,04	3,23	3,14
Penyerapan air (Aw)	$((S-A)/A)*100\%$	1,42	1,83	1,63

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) rata-rata sebesar 2,98 dan diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 – 2,8. Penyerapan air (absorption) dari hasil pengujian yaitu sebesar 1,63%.

4.2.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan dilakukan pada laboratorium Teknik sipil universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dengan menggunakan panduan buku Analisa saringan dan juga SNI . dari penelitian ini diperoleh gradasi agregat halus sebagai berikut :

Tabel 4.3 Analisa Gradasi Agregat Halus

Saringan	Massa Tertahan Gram (a)	Jumlah Tertahan Gram (b)	Persentasi Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
No. 4	11	11	2,2	97,8	
No. 8	23	34	6,8	93,2	
No. 16	32	66	13,2	86,8	
No. 30	42	108	21,6	78,4	
No. 50	378	486	97,2	2,8	
No.100	8	494	98,8	1,2	
No. 200	4	498	99,6	0,4	
Pan	2	500	100	0	
Modulus Kehalusan			240	2,40	

$$\text{Modulus halus Butiran (MHB)} = \frac{\% \text{ Kumulatif}}{100} = \frac{240}{100} = 2.4$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,76 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil

pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus.

4.2.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 7656-2012 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukandapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W1	1982	2502	Gram
Berat wadah	W2	493	506	Gram
Berat contoh kering + Wadah	W4	1946	2454	Gram

	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W3)	W1-W2	1489	1996	1742,50
Berat kering contoh setelah dicuci (W5)	W4-W2	1453	1948	1700,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6)	W3-W5	36	48	42,00
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$(W6/W3)*100$	2,42	2,40	2,41

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 2,42% dan pada sampel 2 sebesar 2,40%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 2,41%.

4.2.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi agregat halus mengikuti panduan pada SNI 1973:2008, dan juga mengacu pada modul laporan praktikum beton yang dilakukan pada laboratorium Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.5 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5110	5290	5360	gram
Berat wadah	2	1763	1763	1763	gram
volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	cm ³

	Persamaan	I	II	III	Satuan
Berat contoh (4)	(1-2)	3347	3527	3597	gram
Berat isi	(3/4)	1,01	1,06	1,08	gram/cm ³
Rata-rata		1,05			gram/cm ³
		1052,62			kg/m ³

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus diperoleh rata-rata berat isi yaitu sebesar 1,05 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5 – 1,8 gr/cm³ sehingga berat pada agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.2.5 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas Muhammadiyah sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan SNI 03-1971-2011 dan juga panduan laporan praktikum beton, dengan hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.6 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

	Benda uji ke 1	Benda uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1958	2059
Massa wadah	506	493
Massa benda uji (W1)	1452	1566
Massa wadah + benda uji	1915	2011
Massa wadah	506	493
Massa benda uji kering oven (W2)	1409	1518
Kadar air total (P)	3,05	3,16

$((W1-W2)/W2)*100\%$	
Kadar air total (P) rata-rata	3,11

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 3,11%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 3,05% dan percobaan kedua sebesar 3,16%.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh Medan Tembung. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur dengan menggunakan SNI 7646-2012.

4.3.1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air kami menggunakan pedoman SNI 1969:2016 dan juga laporan praktikum beton tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dan berikut hasil dari pengujian :

Tabel 4.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3877,00	3967,00	gram
berat benda uji jenuh kering permukaan	B	3888,00	3976,00	gram
di udara	C	2140,00	2210,00	gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (Sd)	$A/(B-C)$	2,22	2,25	2,23
Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)	$B/(B-C)$	2,22	2,25	2,24
Berat jenis semu (Sa)	$A/(A-C)$	2,23	2,26	2,24
Penyerapan air (Sw)	$((B-A)/A)*100\%$	0,28	0,23	0,26

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diperoleh Berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) rata-rata sebesar 2,23 dan diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 – 2,9. Penyerapan air (absorption) dari hasil pengujian yaitu sebesar 0,26%.

4.3.2 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Pengujian gradasi ini kami menggunakan pedoman SNI ASTM C136:2012, dan juga menggunakan panduan laporan praktikum beton Teknik sipil Umsu tentang Analisa saringan. Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Analisa Gradasi Agregat Kasar

Saringan	Massa Tertahan Gram (a)	Jumlah Tertahan Gram (b)	Persentasi Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
No. 3/4	3341	3341	66,82	33,18	
No. 1/2	1125	4466	89,32	10,68	
No. 3/8	102	4568	91,36	8,64	
No. 4	72	4640	100,00	0,00	
No. 8	-		100,00	0,00	
No. 16	-		100,00	0,00	
No. 30	-		100,00	0,00	
No. 50	-		100,00	0,00	
No. 100	-		100,00	0,00	
No. 200	-		100,00	0,00	
Pan	360	5000	100,00	0,00	
Modulus Kehalusan			848	8,48	

$$\text{Modulus halus Butiran (MHB)} = \frac{\% \text{ Kumulatif}}{100} = \frac{877}{100} = 8,7$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,64 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil

pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar.

4.3.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian kadar lumpur agregat kasar mengacu pada SNI 4142:1996 tentang kadar lumpur agregat kasar. Berikut hasil pengujian :

Tabel 4.9 Pengujian Kadar Lumpur Agregat kasar

Agregat Kasar Lolos Saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W1	2495	2570	gram
Berat wadah	W2	493	565	gram
Berat contoh kering + Wadah	W4	2478	2555	gram

	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W3)	W1-W2	2002	2005	2003,50
Berat kering contoh setelah dicuci (W5)	W4-W2	1985	1990	1987,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W6)	W3-W5	17	15	16,00
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$(W6/W3)*100$	0,85	0,75	0,80

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kadar lumpur pada sampel 1 sebesar 0,85% dan pada sampel 2 sebesar 0,75%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur pada kedua sampel adalah sebesar 0,80%.

4.3.4 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian dikakukan dengan menggunakan pedoman SNI 4804:1998 dan juga mengacu pada laporan praktikum beton Teknik sipil Umsu tentang Berat isi agregat kasar. Hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.10 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	6233	6437	6663	gram

Berat wadah	2	1763	1763	1763	gram
volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	cm ³

	Persamaan	I	II	III	Satuan
Berat contoh (4)	(1-2)	4470	4674	4900	gram
Berat isi	(3/4)	1,35	1,41	1,48	gram/cm ³
Rata-rata	1,41				gram/cm ³
	1411,81				kg/m ³

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat kasar diperoleh rata-rata berat isi yaitu sebesar 1,41 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,4 – 1,8 gr/cm³ sehingga berat pada agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.3.5 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian dilakukan dengan menggunakan pedoman SNI 03-1971-2011, dan juga mengacu pada laporan praktikum beton Teknik sipil Umsu tentang Kadar Air Agregat Kasar. Hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4.11 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

	Benda uji ke 1	Benda uji ke 2
Massa wadah + benda uji	4099	3778
Massa wadah	565	494
Massa benda uji (W1)	3534	3284
Massa wadah + benda uji	4075	3748
Massa wadah	565	494
Massa benda uji kering oven (W2)	3510	3254
Kadar air total (P)	0,7	0,9
$((W1-W2)/W2)*100\%$		
Kadar air total (P) rata-rata	0,80	

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 0,80%. Dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan percobaan pertama diperoleh hasil kadar air sebesar 0,7% dan percobaan kedua sebesar 0,9%.

4.4 Perencanaan Mix Design

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data dibawah ini tersebut dapat 57 digunakan untuk perencanaan campuran beton (Mix Design) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir. berdasarkan SNI 7656-2012. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana.

4.4.1 Mix Design

Setelah melakukan pengujian dasar maka diperoleh nilai-nilai yang dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (mix design) yang diinginkan. Perencanaan campuran beton (mix design) dilaksanakan sesuai dengan metode uji SNI 7656:2012. Data saya tampilkan pada table 4.12 berikut ini :

Tabel 4.12 Tabel Data Mix Design

No	Data	Satuan	Nilai
1	Mutu beton	MPa	25
2	Slump	mm	75-100
3	Ukuran agregat maksimum	mm	19,1
4	Berat kering oven agregat kasar	kg/m ³	1345
5	Berat jenis semen tanpa tambahan udara		3,15
6	Modulus Kehalusan Agregat halus		2,40
7	Berat jenis (SSD) agregat halus		3,03
8	Berat jenis (SSD) agregat kasar		2,24
9	Penyerapan air agregat halus	%	1,63
10	Penyerapan air agregat Kasar	%	0,26

Pengujian dilakukan sesuai dengan metode uji Standar Nasional Indonesia, SNI 7656:2012. Berikut Langkah pengujian :

1. Banyak Air Campuran

Tabel 4.13 Tabel Rasio Air

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump	9,5	12,7	19	25	37,5	50	75	150
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	270	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan sebagai berikut :								
Ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**	1,0**
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5**	3,0**
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5**	4,0**

Berdasarkan table data diatas maka banyaknya air adalah : 205 Kg/m³

2. Rasio Air Semen

Berdasarkan SNI 7656:2012, apabila dilakukan campuran percobaan untuk membuktikan hubungan-hubungan kekuatan atau menilai kembali kekuatan dari sebuah campuran, harus digunakan air pencampur dan kadar udara yang terkecil. Kadar udara harus yang maksimum yang diijinkan dan beton harus diukur untuk mencapai slump tertinggi yang diijinkan. Bila beton memiliki kadar air dan atau kadar udara yang lebih rendah, maka proporsi bahan-bahan beton harus disesuaikan untuk menghasilkan beton yang diinginkan.

Tabel 4. 14 Tabel Rasio Air Semen

Kekuatan Beton umur 28 Hari, Mpa*	Rasio Air Semen	
	Beton tanpa tambahan	Beton dengan tambahan
	udara	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 diatas, diambil nilai rasio air-semen sebesar 0,61% sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan yaitu 25 MPa.

3. Banyaknya kadar semen : $205 : 0,61 = 336,07 \text{ Kg}$

4. Berat Kering Agregat Kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut :

Tabel 4.15 Tabel Berat Kering Agregat Kasar

Ukuran Normal Agregat Maksimum	Volume agregat kasar kering oven* persatuan 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 data diatas maka diambil : 0,66

Sehingga berat keringnya didapat : $0,66 \times 1345 = 887,73 \text{ kg}$

5. Perkiraan Awal Berat Beton Segar

Untuk perkiraan awal berat beton baik tanpa tambahan udara dan dengan tambahan udara Menurut SNI 7656:2012, Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari ketetapan, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut :

Tabel 4.16 Tabel Berat Beton Segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Berdasarkan data diatas, maka perkiraan berat beton : 2345

Sehingga :	Air	:	205 Kg
	Semen	:	336,07 Kg
	Agregat Kasar	:	887,73 Kg
	<hr/>		
	Jumlah	:	1428,80 Kg

Jadi, $2345 - 1428,80 = 916,20$ Kg

6. Volume Absolute

Agregat halus yang dibutuhkan harus ditentukan berdasarkan volume absolut. Dengan diketahuinya jumlah semen, air udara, dan agregat kasar, kadar agregat halus dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\text{- Volume Air :} \\ &= \frac{205}{1000} = 0,205 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{- Volume padat semen :} \\ &= \frac{336,07}{(3,15 \times 1000)} = 0,107 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{- Volume absolute agregat kasar :} \\ &= \frac{887,73}{(2,24 \times 1000)} = 0,397 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{- Volume udara terperangkap :} \\ &= 1\% \times 1 = 0,010 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{- Jumlah volume padat selain agregat halus :} \\ &= 0,205 + 0,107 + 0,397 + 0,010 = 0,718 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{- Volume agregat halus yang dibutuhkan :} \\ &= 1 - 0,718 = 0,282 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Berat agregat halus kering yang dibutuhkan :
 $= 0,282 \times 3,03 \times 1000 = 853,90 \text{ Kg}$

7. Perbandingan Berat

Berdasarkan SNI 7656:2012 Didapat nilai perbandingan berat Air (berat bersih), Semen, Agregat Kasar (kering), dan Agregat Halus (kering) pada tabel 4.17 berikut ini :

Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Berat

	Berdasarkan perkiraan	Berdasarkan
	Massa beton (kg)	Volume Absolute (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	336,07	336,07
Ag. Kasar (kering)	887,73	887,73
Ag. Halus (kering)	916,20	853,90

8. Koreksi terhadap kandungan air

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

Kadar Air didapat :

Agregat Kasar : 0,35%

Agregat Halus : 3,11%

Agregat Kasar (Basah) : $887,73 \times (1 + 0,0035) = 890,84 \text{ Kg}$

Agregat Halus (Basah) : $916,20 \times (1 + 0,0311) = 944,67 \text{ Kg}$

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

Air yang diberikan Ag. Kasar adalah : $(0,35 - 0,26) = 0,09 \%$

Air yang diberikan Ag. Halus adalah : $(3,11 - 1,63) = 1,48 \%$

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut :

$$205 - (887,7333 \times 0,09\%) - (916,20 -x 1,48\%) = 190,59$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut :

Air (Yang ditambahkan)	= 190,59 Kg
Semen	= 336,07 Kg
Ag. Kasar (Basah)	= 890,84 Kg
Ag. Halus (Basah)	= 944,67 Kg
<hr/> Jumlah	<hr/> = 2362,17 Kg

4.5 Kebutuhan Bahan

Kebutuhan bahan diperoleh berdasarkan dari hasil mix design yang telah dikerjakan diatas, kemudian diperoleh kebutuhan bahan untuk pembuatan benda uji sebagai berikut :

1. Benda uji yang dibuat adalah balok sebanyak 21 buah

- Panjang = 60 cm
- Lebar = 15 cm
- Tinggi = 15 cm
- Volume balok = $p \times l \times t$
 $= 60 \times 15 \times 15$
 $= 13500 = 0,01350 \text{ m}^3$

2. Total bahan yang dibutuhkan untuk membuat benda uji :

- Agregat Kasar = 497,75 Kg
- Agregat Halus = 548,16 Kg
- Air = 98,24 Kg
- Semen = 190,55 Kg

Sedangkan kebutuhan bahan untuk satu kali adukan adalah, $3 \times 0,01350 = 0,0405 \text{ m}^3$. Sehingga diperoleh seluruh kebutuhan campuran bahan untuk setiap variasi pada 1 kali adukan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.18 Kebutuhan Bahan Tiap Variasi Campuran

No	Kode Benda Uji	Volume (m ³)	Komposisi Bahan					
			Semen (kg)	Sikamen-NN (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Tempurung Kelapa (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)
1	BN	0,01350	13,61	-	39,15	-	36,08	7,02
2	BTK 1,5%	0,01350	13,61	-	39,15	0,54	35,54	7,02

3	BTK 1,7%	0,01350	13,61	-	39,15	0,61	35,47	7,02
4	BTK 1,9%	0,01350	13,61	-	39,15	0,69	35,39	7,02
5	BTKN 1,5%	0,01350	13,61	0,31	39,15	0,54	35,54	7,02
6	BTKN 1,7%	0,01350	13,61	0,31	39,15	0,61	35,47	7,02
7	BTKN 1,9%	0,01350	13,61	0,31	39,15	0,69	35,39	7,02
Total		0,0945	95,27	0,93	274,05	3,68	248,88	49,14

Keterangan:

BN : Beton normal

BTK 1,5% : Beton Silinder dengan campuran 1,5% Tempurung Kelapa dan 0% Sikament-NN.

BTK 1,7% : Beton Silinder dengan campuran 1,7% Tempurung Kelapa dan 0% Sikament-NN.

BTK 1,9% : Beton Silinder dengan campuran 1,9% Tempurung Kelapa dan 0% Sikament-NN.

BTKS 1,5% : Beton Silinder dengan campuran 1,5% Tempurung Kelapa dan 2,3% Sikament-NN.

BTKS 1,7% : Beton Silinder dengan campuran 1,7% Tempurung Kelapa dan 2,3% Sikament-NN.

BTKS 1,9% : Beton Silinder dengan campuran 1,9% Tempurung Kelapa dan 2,3% Sikament-NN.

4.6 Slump Test

Pengujian slump dilakukan berdasarkan SNI 7656:2012 Pengujian slump dilakukan untuk menentukan workability (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah serat. Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan Kerucut Abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk

harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan. Setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamankan selama 10 detik. Setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, lalu ukur tinggi adukan. Selisih tinggi kerucut dengan adukan merupakan nilai slump, sehingga diperoleh hasil pengujian slump pada tabel 4.19 sebagai berikut :

Tabel 4.19 Tabel Nilai Slump

No	Jenis Beton	Nilai Slump (mm)
1	BN	100
2	BTK 1,3%	90
3	BTK 1,4%	80
4	BTK 1,5%	75
5	BTKN 1,3%	110
6	BTKN 1,4%	108
7	BTKN 1,5%	100

Berdasarkan Tabel slump, terjadi penurunan ketika penambahan pecahan tempurung kelapa semakin banyak, karena tempurung kelapa juga dapat menyerap sedikit menyerap air akibat reaksi kimia. Kemudian pada penambahan sikament slump menjadi meningkat karena fisik dari sikament merupakan cairan sehingga terdapat peningkatan slump. (Risdianto & Tobing, 2019)

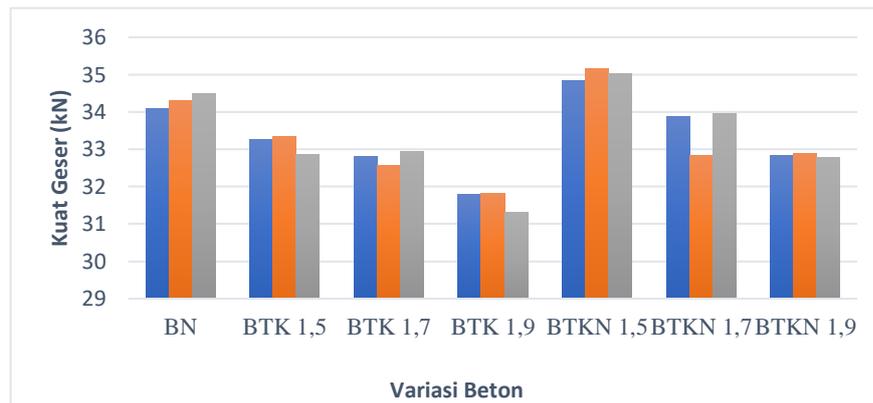
4.7 Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian kuat geser beton dilaksanakan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian ini dengan memberikan beban yang mampu diterima oleh benda uji pada 2 sisi beton yang diletakkan mendatar pada mesin uji.

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \right) bwd$$

Oleh karena itu berikut perhitungan kuat geser balok beton berdasarkan tiap variasi :

Hasil dari perhitungan kuat geser balok beton diatas, mengalami peningkatan, karena kapasitas kuat geser beton sesuai dengan besarnya kuat tekan yang diperoleh. Berikut rincian hasil perhitungan dalam table.



Gambar 4.1 Grafik Batang Kuat Geser Tiap Variasi

Dari hasil perhitungan dan pengujian, dapat dilihat bahwa dengan beton dengan variasi campuran tempurung kelapa mengalami penurunan kuat tekan namun kuat gesernya meningkat, terutama pada campuran 1,9% tempurung kelapa dimana variasi ini hanya memperoleh kuat geser sebesar 31,64 kN atau lebih rendah dari beton normal sebesar 34,29 kN, dengan selisih 1,83% sebesar 2,65 kN. Analisa ini terjadi karena didalam campuran terdapat pecahan tempurung kelapa yang dapat menurunkan kuat tekan balok beton tersebut. Sesuai dengan jurnal (Astuti, 2021)

Kemudian pada variasi dengan tambahan Sikament-NN sedikit mengalami peningkatan kuat tekan dan kuat gesernya, terutama pada variasi BTKN 1,5% dengan nilai kuat geser sebesar 35 kN, atau meningkat 1,20% dari kuat geser beton normal sebesar 34,29 kN. Variasi ini meningkat karena adanya campuran tambahan berupa Sikament-NN yang dapat meningkatkan karakteristik dan kuat tekan beton, sesuai dengan (Megasari, 2017)

Berdasarkan nilai yang diperoleh diatas, maka nilai rata – rata kuat geser balok beton yang dirincikan pada table 4.21 sebagai berikut :

Tabel 4.20 Nilai Rata – Rata Kuat Geser Tiap Variasi

No	Variasi Beton	Rata – Rata Kuat Geser Vc (kN)
1	Normal	34,29
2	BTK 1,5%	33,16

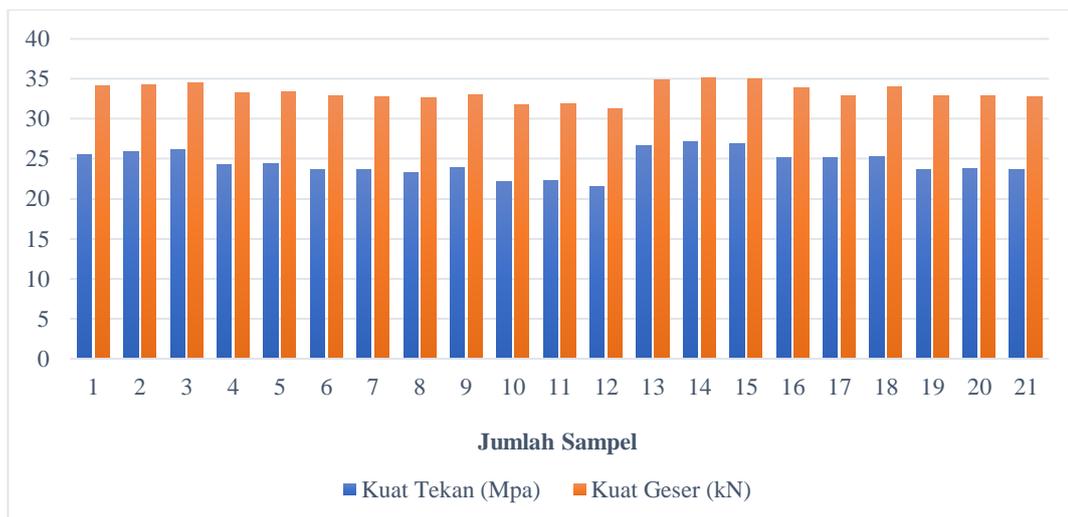
3	BTK 1,7%	32,78
4	BTK 1,9%	31,64
5	BTKN 1,5%	35
6	BTKN 1,7%	33,55
7	BTKN 1,9%	32,83

Terdapat perbandingan hasil yang ditambihkan dalam bentuk grafik, dan hasilnya sebagai berikut :

Pada grafik terdapat variasi yang menggunakan batok kelapa dan sikament 1,9% memiliki kekuatan geser yang hampir sama dengan beton normal yaitu di angka 36,8 Mpa. Sedangkan yang terendah pada variasi dengan campuran beton tempurung kelapa 1,9% dengan nilai 35,3 MPa.

Dan berdasarkan data dan nilai diatas, didapatlah nilai selisih dimana didapat dari perbandingan antara beton normal dan beton variasi, Adapun nilainya ditampilkan pada data dan grafik berikut ini :

Tabel 4.21 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Geser



Terlihat perbandingan antara kuat tekan dan kuat geser campuran, dimana kuat geser pasti mengalami peningkatan kuat geser, namun kuat tekan akan mengalami penurunan karena campuran yang dilakukan.

Hasil analisa ini mengalami peningkatan sesuai dengan berbagai jurnal yang saya gunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Secara teoritis, kapasitas geser penampang balok beton dipengaruhi oleh luas bidang geser dan mutu beton.

Untuk balok beton berlapis, kapasitas geser balok juga dipengaruhi luas bidang geser dan kuat tekan beton masing-masing lapisan. Dan hasilnya menunjukkan bahwa semakin tinggi mutu beton penampang semakin tinggi pula kemampuan geser balok. (Kusnadi et al., 2022) (Haq & Andayani, 2017).

Kuat geser balok BF meningkat 20%, sedang peningkatan tertinggi dicapai balok D2F, yaitu sebesar 29,27%. (Wahjono, 2013)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan pecahan tempurung kelapa kedalam campuran beton dengan variasi 1,5%, 1,7% dan 1,9%, dapat berpengaruh dan mengalami penurunan kuat tekan normal, namun mengalami peningkatan kapasitas kuat geser.
2. Penambahan pecahan tempurung kelapa dan *Sikamen-NN* kedalam campuran beton dengan variasi 1,5%, 1,7% dan 1,9%, mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal, namun meningkatkan kapasitas kuat geser
3. Perbandingan antara kuat geser variasi dengan kuat geser normal, dimana dengan tambahan Sikament-NN kuat geser mengalami peningkatan. Dimana dengan variasi 1,5% + 2,3% Sikament-NN kuat tekan dan geser mengalami peningkatan.

5.2 Saran

Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti-peneliti berikutnya. Maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Di penelitian selanjutnya, dengan menggunakan pecahan tempurung kelapa disarankan agar variasi tidak lebih dari 1% dari agregat kasar, agar kekuatan beton dapat diperoleh secara optimal
2. Untuk penelitian beton diharapkan juga untuk menggunakan variasi-variasi yang berbeda lainnya, agar pengetahuan terhadap campuran beton semakin banyak.
3. Pada saat pencampuran atau Mix Design dihitung secara benar, dan ketika melakukan pencampuran bahan dilakukan dengan teliti agar hasilnya baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, A. H., & Zulkarnain, F. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton (Studi Penelitian). Umsu Press.
- Astuti, F. (2021). Pengaruh Penambahan Campuran Abu Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan, Kekerasan Dan Daya Serap Air Pada Pembuatan Beton. *Jurnal Teknik Mesin Cakram*, 4(1), 14
- Elviana, E., Saputra, A., & Sulistyono, D. (2019). Korelasi Kuat Tekan Terhadap Kapasitas Geser Balok Beton Dengan Variasi Perawatan. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 15(2), 10–22.
- Haq, H. A., & Andayani, R. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Dan Serat Ijuk Pada Beton K-225 Terhadap Kuat Geser. *Jurnal Desain Konstruksi*, 16(1), 76–82.
- Indra, S. F. (2020). Pengaruh Pemakaian Semen Dan Pasir Yang Berbeda Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Desiminasi Teknologi Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang Volume*, 53(9), 1689–1699.
- Irwanto, T. J., & Santi, N. D. (2021). "Pengaruh Penambahan Limbah Kulit Kerang Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuatgeser Dan Lebar Retak Balok Beton Bertulang Denganpenambahan Zat Kimia Tipe F (Superplasticizer)." *Jurnal Rekayasa Tenik Sipil Universitas Madura* 4.
- Iman, F. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Dan Penyerapan Serbuk Kayu Dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam. 5(3), 248 – 253.
- Jacky, J., Elnov, D., Rama, D. A., Fernando, R., & Rachmansyah, R. (2018). Pengaruh Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Effect of Coconut Shell Fragments As Substitute for Coarse Aggregate in Concrete Mixture. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 07(26), 157–166.
- Kusnadi, K., Imran, I., & Rizal, M. (2022). Analisa Kuat Geser Balok Beton Bertulang Berlapis Beton Normal-Beton Styrofoam. *Journal of Science and Engineering*, 5(1), 73.
- Lisantonno, A., Praja, B. A., & Prasetyo, H. K. (2018). Studi Perilaku Kuat Geser Balok Beton Bertulang Memadat Sendiri Dengan Serat "Polypropylene." *Cantilever*, 7(2), 3–8.
- Mecha, C. S., Mulyono, T., & Prihantono, P. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer dan Abu Batu Sebagai Filler Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Normal. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 10–17.
- Megasari, S. W. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-NN Terhadap

- Karakteristik Beton. In *Jurnal Teknik Sipil Siklus* (Vol. 3, Issue 2).
- Risdianto, Y., & Tobing, G. R. L. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 1–8.
- Nst, R. R. (2022). Kapasitas Daya Kuat Lentur Balok Beton Busa Terhadap Penambahan Serat Sabut Kelapa Dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Abu Sekam Padi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 2(4).
- Salvana, W., Saidi, T., Hasanuddin, I., Hasan, M., & Amalia, Z. (2022). Pengaruh Lebar Serat Abaka Sebagai Material Nfrp Untuk Kuat Geser Balok Beton Bertulang. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 5(1), 8–15.
- SNI 1970, 2016. 2016. *Berat jenis dan penyerapan agregat halus*. Indonesia: BSN.
- SNI 1971-2011. 2011. *Pemeriksaan Kadar Air Agregat*. Indonesia: BSN.
- SNI 1972:2008. 2008. *Uji Slump Test*. Indonesia: BSN.
- SNI 1973:2008. 2008. *Pemeriksaan Berat Isi Agregat*. Indonesia: BSN.
- SNI 2493:2011. 2011. *Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton*. Indonesia: BSN.
- SNI, 2824:2011. (2011). Cara Uji Geser Langsung Batu.
- SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. *Badan Standarisasi Nasional*, 52.
- Wahjono, A. (2013). *Pengaruh Fiber Bendrat Terhadap Kuat Geser*. 12(3), 173–180.
- Wahjono, A. (2013). "Pengaruh Fiber Bendrat Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang Dengan Sengkang." *Jurnal Teknik Sipil* 8.
- Zulkarnain, F., & Dewi, Z. F. (2019). Pengembangan Dan Analisis Campuran Beton Mutu Tinggi Untuk Struktur Dermaga Di Indonesia. Medan: Umsu Press.
- Zulkarnain, F., & Frapanti, S. (2021). Dasar-Dasar Desain dan Analisa Beton Prategang. Medan: Umsu Press.
- Zulkarnain, F., & Mulyadhi, M. (2021). Pemanfaatan Abu Batok Kelapa Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Sikament NN Ditinjau Dari kuat Tekan Beton (Studi Penelitian). Umsu Press.
- Zulkarnain, F., & Kamil, B. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, 2021*.

LAMPIRAN



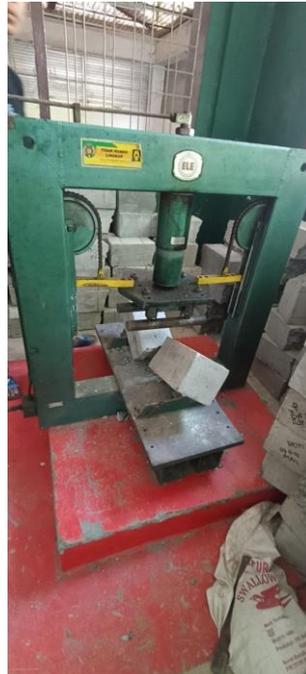
Lampiran A.1 Pemecahan Tempurung Kelapa



Lampiran A.2 Pencampuran Bahan



Lampiran A.3 Benda Uji



Lampiran A.4 Compression Test Machine



Lampiran A.5 Slump Test



Lampiran A.6 Dial Gauge dan Uji Balok Beton

LAPORAN PENGUJIAN KUAT GESER BALOK BETON

Penguji : AINURRASYID

Jenis Benda Uji : Balok (p=60, l=15, t=15)

Mutu Benda Uji : FC 25 MPa

Jumlah Benda Uji : 9

Lembar : 1 Dari 3

Mesin : Compression Test Machine

No	Benda Uji	L (mm)	B (mm)	H (mm)	Umur Beton (Hari)	Tanggal		Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan Kalibrasi (MPa)	Kuat Geser (kN)
						Cetak	Uji			
1	SAMPEL 1 (NORMAL)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,53	25,50	34,08
2	SAMPEL 2 (NORMAL)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,60	25,85	34,31
3	SAMPEL 2 (NORMAL)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,10	26,12	34,49
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,5)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,72	24,30	33,27
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,5)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,80	24,42	33,35
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,5)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,21	23,70	32,86
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,7)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,54	23,64	32,81
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,7)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,20	23,30	32,58
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,7)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,95	23,84	32,95

Lampiran A.8 Tabel Pengujian Kuat Geser

LAPORAN PENGUJIAN KUAT GESER BALOK BETON

Penguji : AINURRASYID

Jenis Benda Uji : Balok (p=60, l=15, t=15)

Mutu Benda Uji : FC 25 MPa

Jumlah Benda Uji : 3

Lembar : 1 Dari 3

Mesin : Compression Test Machine

No	Benda Uji	L (mm)	B (mm)	H (mm)	Umur Beton (Hari)	Tanggal		Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan Kalibrasi (MPa)	Kuat Geser (kN)
						Cetak	Uji			
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,9)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,53	22,19	31,79
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,9)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,60	22,25	31,83
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,9)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,10	21,53	31,32

Lampiran A.9 Pengujian Kuat Geser

LAPORAN PENGUJIAN KUAT GESER BALOK BETON

Penguji : AINURRASYID

Jenis Benda Uji : Balok (p=60, l=15, t=15)

Lembar : 1 Dari 3

Mutu Benda Uji : FC 25 MPa

Mesin : Compression Test Machine

Jumlah Benda Uji : 9

No	Benda Uji	L (mm)	B (mm)	H (mm)	Umur Beton (Hari)	Tanggal		Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan Kalibrasi (MPa)	Kuat Geser (kN)
						Cetak	Uji			
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,5 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,53	26,63	34,83
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,5 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,60	27,13	35,15
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,5 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,10	26,93	35,02
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,7 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,72	25,20	33,88
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,7 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,80	25,13	32,83
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,7 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,21	25,32	33,96
1	SAMPEL 1 (VARIASI 1,9 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,54	23,67	32,83
2	SAMPEL 2 (VARIASI 1,9 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	31,20	23,73	32,88
3	SAMPEL 3 (VARIASI 1,9 & SIKA)	600	150	150	28	14-Apr-23	12-May-23	30,95	23,61	32,79

Lampiran A.10 Pengujian Kuat Geser

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Ainurrasyid
Panggilan : Rasyid
Tempat, Tanggal Lahir : Sei Piring, 23 Januari 2001
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Alamat : Jln. Jemadi, Gg. Family, Medan Timur, Sumut
No. Telfon/Wa : 082298835870

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210022
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar	SD Negeri 010139	2013
Sekolah Mengengah Pertama	MTs TPI Perk. Gunung Melayu	2016
Sekolah Menengah Atas	SMA Negeri 1 Pulau Rakyat	2019