

PROPOSAL TUGAS AKHIR

**Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti
Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikament-NN*
Terhadap Kuat Tekan Beton
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:
DIMAS NUR PRAMANA
1907210011



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Dimas Nur Pramana

NPM : 1907210011

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat
Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikament-NN* Terhadap
Kuat Tekan Beton

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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian :

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Dimas Nur Pramana

NPM : 1907210011

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikament-NN* Terhadap Kuat Tekan Beton

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, November 2023

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida,S.T.,M.T

Dosen Pembanding I



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II



Sri Frapanti,S.T.,M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Dimas Nur Pramana
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 11 Oktober 2000
NPM : 1907210011
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikament-NN* Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian).”

Bukan merupakan plagiatisme, 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, November 2023

Saya yang menyatakan:



Dimas Nur Pramana

ABSTRAK

Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikament-NN* Terhadap Kuat Tekan Beton

Dimas Nur Pramana
1907210011
Rizki Efrida,S.T.,M.T

Beton merupakan suatu material konstruksi yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Namun dengan meningkatnya jumlah penggunaan beton dari waktu ke waktu yang menyebabkan jumlah sumber daya yang tersedia menurun, maka alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan hasil dari limbah-limbah industri. Dalam hal ini perlunya menciptakan beton berkualitas dengan sumber daya alam ataupun limbah yang kurang dalam pemanfaatannya, salah satu adalah cangkang kemiri. Tujuan penelitian ini untuk melihat sejauh mana pengaruh penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat dalam beton dan dengan penambahan *Sikament-NN* pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan kuat tekan pada beton. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Dapat dilihat bahwa untuk variasi beton cangkang kemiri mengalami penurunan kuat tekan, untuk BCK 1 sebesar 2,53 MPa (10%), BCK 2 sebesar 4,73 MPa (18,6%) dan BCK 3 sebesar 7,20 MPa (28,4%) dari beton normal, sedangkan untuk variasi beton cangkang kemiri dengan *Sikament-NN* mengalami kenaikan kuat tekan hanya pada BCKS 1 sebesar 1,70 MPa (3%), sedangkan pada BCKS 2 dan BCKS 3 mengalami penurunan sebesar 1,37 MPa (2,4%) dan 0,13 MPa (5%) dari beton normal. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kandungan cangkang kemiri dalam beton maka semakin lemah kuat tekan beton, sehingga dapat dikatakan bahwa cangkang kemiri tidak dapat dijadikan sebagai bahan pengganti untuk agregat kasar.

Kata Kunci : Cangkang Kemiri, *Sikament-NN*, Kuat Tekan

ABSTRACT

Utilization of Candlenut Shells as a Substitute for Coarse Aggregate with Sikament-NN Additive on the Compressive Strength of Concrete

Dimas Nur Pramana
1907210011
Rizki Efrida,S.T.,M.T

Concrete is a construction material that consists of a mixture of cement, coarse aggregate, fine aggregate, and water. However, with the increasing amount of concrete use over time which causes the number of available resources to decrease, the alternative that can be used to overcome this is to utilize the results of industrial wastes. In this case, the a need to create quality concrete with natural resources or waste that is lacking in utilization, one of which is candlenut shells. The purpose of this study is to see the extent to which the effect of using candlenut shells as a substitute for aggregate in concrete and with the addition of Sikament-NN in concrete mixtures can increase or decrease the compressive strength of concrete. The research method used is an experimental method, which is a method carried out by conducting experimental activities to obtain data. It can be seen that for the variation of hazelnut shell concrete, the compressive strength decreased, for BCK 1 by 2.53 MPa (10%), BCK 2 by 4.73 MPa (18.6%) and BCK 3 by 7.20 MPa (28.4%) from normal concrete, while for the variation of hazelnut shell concrete with Sikament-NN, the compressive strength increased only in BCKS 1 by 1.70 MPa (3%), while in BCKS 2 and BCKS 3, it decreased by 1.37 MPa (2.4%) and 0.13 MPa (5%) from normal concrete. So it can be concluded that the higher the content of hazelnut shells in concrete, the weaker the compressive strength of concrete, so that it can be used as an alternative to normal concrete.

Keywords: Candlenut Shell, Sikament-NN, Compressive Strength

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 "Pemanfaatan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah *Sikamant-NN* Terhadap Kuat Tekan Beton" 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. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Sekretaris Prodi Teknik Sipil.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil
3. Ibu Sri Frapanti, 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. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Nuriyono dan Ibunda tercinta Samini yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, November 2023

Saya yang menyatakan:

Dimas Nur Pramana

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Beton	4
2.2 Material Penyusun Beton	5
2.2.1 Semen Portland	5
2.2.2 Agregat	6
2.2.3 Air	8
2.3 Bahan Tambah	9
2.3.1 <i>Sikament-NN</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 Cangkang Kemiri	11
2.5 <i>Slump Test</i>	11
2.6 Pengujian Kuat Tekan	12
2.7 Penelitian Terdahulu	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	15

3.1 Metode Penelitian	15
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Bahan dan Peralatan	17
3.3.1 Bahan	17
3.3.2 Peralatan	18
3.4 Pemeriksaan Bahan	19
3.4.1 Analisa Saringan	19
3.4.2 Berat Isi Agregat	19
3.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	19
3.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	20
3.4.5 Kadar Lumpur	21
3.4.6 Kadar Air	21
3.5 Pengolahan Cangkang Kemiri	22
3.6 <i>Sikament-NN</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7 Perencanaan Campuran Beton Menurut SNI 7656:2012	22
3.8 <i>Slump Test</i>	23
3.9 Pembuatan Benda Uji	23
3.10 Pengujian Kuat Tekan	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	25
4.1.1 Pengujian Analisa Saringan	25
4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	26
4.1.3 Kadar Air	27
4.1.4 Berat Isi	28
4.1.5 Kadar Lumpur	28
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	29
4.2.1 Analisa Saringan	29
4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air	30
4.2.3 Kadar Air	31
4.2.4 Berat Isi	32
4.2.5 Kadar Lumpur	33
4.3 Perencanaan Campuran Beton	33

4.4 Kebutuhan Bahan	38
4.5 <i>Slump Test</i>	39
4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton	40
4.7 Absorsi Beton	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (Beton,1994)	7
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (Beton,1994)	8
Tabel 2.3: Karakteristik <i>Sikament-NN</i> (PT.SIKA,2017)	10
Tabel 3.1: Kode benda uji dan komposisi campuran benda uji	22
Tabel 4.1: Hasil pengujian analisa agregat halus	25
Tabel 4.2: Hasil pengujian berat isi dan penyerapan air agregat halus	26
Tabel 4.3: Hasil pengujian kadar air agregat halus	27
Tabel 4.4: Hasil pengujian berat isi agregat halus	28
Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	28
Tabel 4.6: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar	29
Tabel 4.7: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	31
Tabel 4.8: Hasil pengujian kadar air agregat kasar	31
Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar	32
Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	33
Tabel 4.11: Data yang akan digunakan	34
Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	34
Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton	35
Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton	35
Tabel 4.15: Perkiraan awal berat beton segar	36
Tabel 4.16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara	37
Tabel 4.17: Hasil perbandingan bahan campuran beton	38
Tabel 4.18: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	38
Tabel 4.19: Hasil slump test	39
Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton	40
Tabel 4.21: Hasil absorsi beton	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Kerucut Abrams	12
Gambar 2.2: Skema pengujian kuat tekan	13
Gambar 3.1: Bagan alir penelitian	17
Gambar 3.2: Benda uji silinder	24
Gambar 4.1: Grafik perbandingan slump test	40
Gambar 4.2: Grafik kuat tekan beton secara keseluruhan	41
Gambar 4.3: Grafik kuat tekan rata-rata	41
Gambar 4.4: Grafik absorsi beton	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu material konstruksi yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Keuntungan penggunaan beton sebagai material bangunan adalah kekuatannya tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur, mudah dibentuk menggunakan bekisting, tahan terhadap temperatur tinggi, biaya pemeliharaan rendah, awet, mudah di dapat bahan bakunya, dan lebih murah jika dibandingkan dengan komponen lainnya (kayu dan baja). Namun dengan meningkatnya jumlah penggunaan beton dari waktu ke waktu yang menyebabkan jumlah sumber daya yang tersedia menurun, maka alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan hasil dari limbah-limbah industri (Kwan and Nursyamsi 2018).

Dalam hal ini perlunya menciptakan beton berkualitas dengan sumber daya alam ataupun limbah yang kurang dalam pemanfaatannya, salah satu adalah cangkang kemiri. Dinas Perkebunan Sumatera Utara mencatat produksi kemiri di Sumatera Utara Tahun 2019 mencapai 13.529,40 ton. Dimana berat cangkang kemiri adalah 70% dari berat total kemiri sehingga total limbah cangkang kemiri yang dihasilkan pertahun adalah sebesar 8.795,122 ton (Simanjuntak et al. 2021).

Cangkang kemiri dalam percobaan ini berasal dari dari Kecamatan Juhar Kabupaten Karo, dimana Kabupaten Karo adalah penghasil kemiri terbesar kedua di Sumatera Utara setelah Dairi yaitu sebesar 1.706,40 ton per tahun. Cangkang kemiri memiliki struktur yang keras dan tebal karena tersusun atas jaringan sklerenkim berupa sklereida yang dinding sel sekundernya mengandung lignin yang tebal dan keras sehingga tahan terhadap tekanan dan benturan. Kandungan ligninnya jauh lebih besar dari tempurung kelapa.

Pemanfaatan kulit kemiri menjadi alternatif baru untuk memperoleh beton serat yang diperoleh dari limbah kulit kayu. Hasil limbah kemiri diharapkan dapat

meningkatkan dan memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisis beton yang jauh lebih baik dari beton yang tanpa bahan tambah tetapi tidak mengurangi mutu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pengaruh cangkang kemiri dan *Sikament-NN* terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder?
2. Bagaimana perbandingan antara kuat tekan cangkang kemiri dan *Sikament-NN* dengan beton normal?
3. Pada persentase berapa cangkang kemiri dan *Sikament-NN* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat tekan beton?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan 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 standar nasional Indonesia (SNI 7656:2012).
3. Persentase cangkang kemiri yang digunakan pada penelitian ini adalah 10%, 30%, dan 50% dari berat agregat kasar yang digunakan.
4. Persentase *Sikament-NN* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1,2% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
5. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh cangkang kemiri dan *Sikament-NN* terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder.
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton cangkang kemiri dan *Sikament-NN* dengan kuat tekan beton normal.

3. Untuk mengetahui pada persentase berapa cangkang kemiri dan *Sikament-NN* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat tekan beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bahwa cangkang kemiri menjadi pengganti agregat kasar bisa memberikan peningkatan kualitas pada beton, dan dapat memberikan suatu pandangan serta bukti nyata tentang penggunaan cangkang kemiri menjadi pengganti agregat karena cara mendapatkannya mudah serta harganya relative murah, sehingga diharapkan bisa digunakan di tahap pelaksanaan dilapangan dan dapat memberikan perkembangan terhadap teknologi beton.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan menjadi lima bab dengan sistematika 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

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton ialah suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta atau tanpa bahan tambah lain menggunakan perbandingan tertentu. karena beton adalah komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk.

Beton merupakan sebuah terobosan baru yang memiliki fungsi sangat luas dalam dunia konstruksi. Beton merupakan bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen portland, yang biasanya terdiri dari campuran Semen, air dan bahan mineral lainnya yang berupa agregat halus (pasir) dan agregat kasar (koral). Namun mengingat ukuran beratnya yang berlebih dari wujud beton yang selama ini biasa dipergunakan dalam dunia konstruksi pembangunan, struktur daripada beton tersebut masih terbilang kurang efisien (Candra and Siswanto 2018).

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir serta kerikil. campuran tersebut sesudah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda tergantung di cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, serta sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847-2002), yaitu:

a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton dengan berat 1440-1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton dengan berat 2200-2400 kg/m³, dengan kuat tekan sekitar 15-40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton dengan berat lebih dari 2400 kg/m^3 .

2.2 Material Penyusun Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang memiliki karakteristik yang terdiri dari beberapa bahan penyusun seperti berikut :

2.2.1 Semen Portland

Portland Cement (PC) atau semen merupakan bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, Bila dicampur dengan air semen menjadi pasta. dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air serta semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Penemu semen (Portland Cement) adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau Portland (Wahyu 2019).

Menurut ASTM C150, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu :

- Tipe I : Jenis semen biasa yang dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi umum.
- Tipe II : Modifikasi dari semen tipe I, yang memiliki panas hidrasi lebih rendah dan dapat tahan dari beberapa jenis serangan sulfat.
- Tipe III : Semen yang dapat menghasilkan kuat tekan beton awal yang tinggi, namun panas hidrasi yang dihasilkan semen jenis ini lebih tinggi daripada panas hidrasi semen tipe I.
- Tipe IV : Semen yang mampu menghasilkan panas hidrasi yang rendah, sehingga cocok digunakan pada proses pengecoran struktur beton yang masif.
- Tipe V : Digunakan untuk struktur-struktur beton yang memerlukan ketahanan yang tinggi dari serangan sulfat.

2.2.2 Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa yang berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Fungsi agregat adalah sebagai material pengisi dan biasanya menempatisekitar 75% dari isi total beton, karena itu pengaruhnya besar terhadap sifat dan daya tahan beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus (Kwan and Nursyamsi 2018).

a. Agregat Halus

Berdasarkan (SNI 1970:2016) agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi ‘alami’ batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,75 mm (No.4).

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus berbentuk butir-butir tajam dan keras.
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci (Mulia and Zulkarnain 2021).

Pada buku Perencanaan campuran dan Pengendalian Mutu Beton (Beton 1994), agregat halus dapat dibagi menjadi 4 jenis berdasarkan gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar yang batas gradasinya bisa di lihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (Beton,1994).

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat Kasar

Berdasarkan (SNI 1969:2016) agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi ‘alami’ dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No.1½inci).

Berdasarkan ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
- c. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 1. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 2. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 3. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
 4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau ¾ dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan (Togu Rahman and Zulkarnain 2020).

Untuk mendapatkan ukuran butir maksimum agregat kasar yang digunakan pada campuran beton dapat lihat pada tabel 2.2, sehingga akan memberikan tingkat yang optimal pada campuran beton.

Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (Beton,1994).

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan		
	40 mm	20 mm	10 mm
40	95-100	100	-
20	30-70	95-100	100
10	10-35	25-55	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

2.2.3 Air

Kemudahan pelaksanaan pembuatan beton sangat bergantung pada air. Untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan jumlah air dengan semennya atau biasa disebut Faktor Air Semen (water cemen ratio). Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti: lumpur, tanah liat, bahan organik, asam organik, alkali dan garam – garam lainnya. Dalam hal ini air yang dapat dikonsumsi sebagai air minum dapat digunakan sebagai bahan campuran beton (Akhir 2019).

Jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi berkisar 20% dari berat semen. Namun pemakaiannya dalam adukan harus dibatasi karena dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Perbandingan jumlah air semen akan mempengaruhi:

1. Kemudahan pekerjaan.
2. Kestabilan volume (Volume stabil).
3. Kekuatan beton (strength of coceret).
4. Keawetan beton (durability of concreet).

Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002, syarat air yang dapat digunakan dalam campuran adukan beton antara lain :

1. air yang akan digunakan bebas dari bahan yang dapat merusak beton ataupun tulangan diantaranya, minyak, asam, alkali, garam
2. Air yang terkandung dalam agregat yang akan digunakan juga harus bebas dari kandungan ion klorida dalam jumlah yang membahayakan
3. Air yang akan digunakan ialah air yang dapat diminum kecuali air yang tidak dapat diminum telah lebih dahulu digunakan pada percobaan lainnya dengan menggunakan beton umur 7 hari dan 28 hari. Pada beton yang menggunakan air yang tidak dapat diminum harus menunjukkan nilai kuat tekan beton \pm 90% dari kuat tekan beton dengan campuran air yang dapat diminum (Simanjuntak et al. 2021).

2.3 Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan bahan selain unsur primer beton (air, semen ,serta agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau selesainya mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya bermanfaat jikalau telah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi di mana beton diharapkan akan dipergunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yg cukup sedikit, dan pengawasan yang ketat wajib diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi atau saat pengikatan, kemudahan pengerjaan, serta kekedapan terhadap air.

2.3.1 Sikament-NN

Sikament-NN merupakan *super-plasticizer* dengan pengurang air dalam jumlah besar dan mempercepat pengerasan beton serta membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi sesuai dengan ASTM C 494-92 type F (PT.SIKA 2017).

Pemakaian bahan tambah yang berlebihan juga akan mengakibatkan beton tidak ekonomis, mengingat harga dari suatu bahan tambah sangat mahal.

Sikament-NN memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Sebagai superplasticizer
 - a) Keleccakan (*workability*) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat.
 - b) Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan, waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (*retardation*).
 - c) Mengurangi resiko pemisahan (*segregation*) secara signifikan.
2. Sebagai bahan pengurang air
 - a) Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari.
 - b) Kekuatan tinggi selama 12 jam *Sikament-NN* dapat digunakan dengan dosis 0,30% - 2,30% dari berat semen tergantung pada keleccakan 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. Karakteristik dari *Sikament-NN* dapat dilihat pada tabel 2.3 (Megasari and Winayati 2019)

Tabel 2.3: Karakteristik *Sikament-NN* (PT.SIKA,2017).

Data Teknis	
Bentuk	Modifikasi <i>Naphtalene Formaldehyde Sulphonate</i>
Warna	Coklat Tua
Berat Jenis	$\pm 1,18 - 1,20$ kg/ltr
Umur dan Penyimpanan	Minimal 1 tahun apabila disimpan dalam kemasan asli yang belum dibuka pada tempat yang kering, sejuk dan teduh
Kemasan	Drum 240 kg, Bulk 1000 kg

2.4 Cangkang Kemiri

Kemiri (*Aleurites moluccana*) adalah tumbuhan yang bijinya dimanfaatkan sebagai sumber minyak dan rempah-rempah. Tumbuhan ini masih sekerabat dengan singkong dan termasuk dalam suku *Euphorbiaceae*. Dalam perdagangan antarnegara dikenal sebagai candleberry, Indian walnut, serta candlenut, sekarang sudah tersebar luas di daerah-daerah tropis.

Adapun komposisi cangkang kemiri yaitu CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , H_2O , Fe_2O_3 . Saat semua bereaksi, akan ada sisa SiO_2 yang belum bereaksi akan membentuk reaksi silika turunan dengan gel CSH-2 menghasilkan gel CSH-3 yang lebih padat, sehingga akan meningkatkan pasta semen dan agregat (Haris 2023).

Berdasarkan penjelasan di atas, sangat cocok apabila cangkang kemiri yang selama ini sebagai limbah yang tidak terpakai dapat digunakan sebagai bahan substitusi pada campuran beton. Penggunaan cangkang kemiri ini dapat diperlakukan sebagai pengganti agregat kasar ataupun halus tergantung pada besar butiran cangkang kemiri yang digunakan, cangkang kemiri memiliki tekstur yang keras dan jika dipecah berbentuk menyudut, kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton, karena dapat mengisi rongga-rongga pada beton, sehingga akan membuat beton menjadi lebih padat.

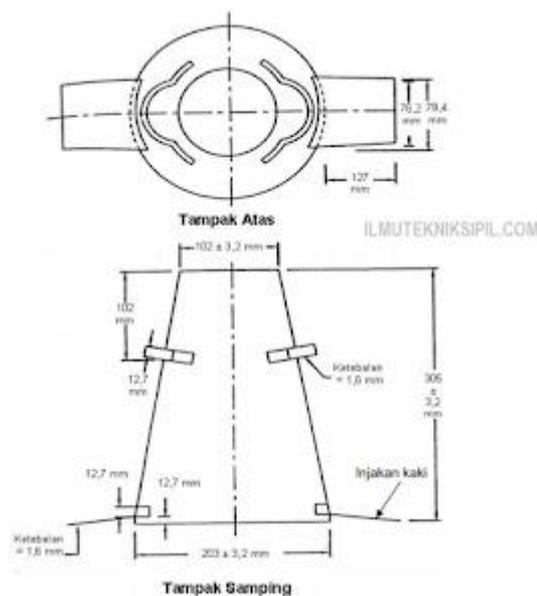
2.5 Slump Test

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (fresh concrete). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton dalam slump setelah alat slump diangkat. Nilai slump yang dihasilkan jika lebih besar dari nilai slump rencana maka adukan encer dan nilai workability akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika nilai slump lebih kecil dari nilai slump rencana maka adukan kental dan nilai workability akan semakin rendah. Slump adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton yang dinyatakan dalam mm dan ditentukan dengan alat kerucut abrams (SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton

Semen Portland). Kelecekan (*workability*) adalah sifat-sifat fisik adukan beton yang menentukan sejumlah usaha pekerjaan mekanikal (mechanical works), atau sejumlah energi tertentu yang dibutuhkan untuk menghasilkan beton yang padat dan monolit tanpa segregasi (Wahyu 2019).

Pada percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm yang terlihat seperti gambar 2.1 dibawah ini.



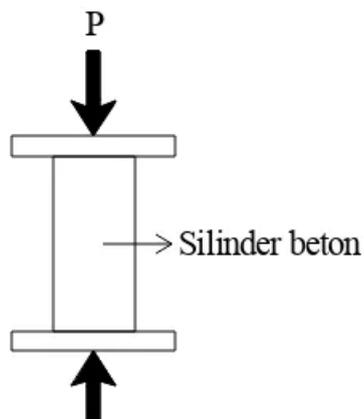
Gambar 2.1: Kerucut Abrams.

2.6 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji kuat tekan dan benda uji (kubus atau silinder) pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan

tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan, kuat tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah lebih tahan terhadap tekan daripada tarik. Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan (Haris 2023). Skema pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2: Skema pengujian kuat tekan.

Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton dapat dilihat pada pers 2.1 :

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

dimana:

f_c' : kuat tekan beton.

P : beban maksimum (N).

A : luas penampang benda uji mm^2 (πr^2).

2.7 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penelitian ini, ada beberapa jurnal-jurnal pendukung, antara lain:

1. (Rahmad, Masril, and Yusman 2022)

Dalam penelitian Ilham, dkk pada tahun 2022 yang berjudul studi substitusi pemanfaatan abu cangkang kemiri sebagai penambahan agregat halus terhadap kuat tekan beton f_c' 14,53 Mpa. Penelitian ini menggunakan abu cangkang kemiri sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan persentase 0%, 10%, 15% dan 20% dari berat agregat halus.

2. (Amri and Irwan 2019)

Amri dan Irwan penelitian pengaruh penambahan pecahan kuli kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada beton terhadap massa dan kuat tekan beton yang dilakukan pada tahun 2019. Pada penelitian tersebut mereka menggunakan kulit kemiri sebagai bahan tambahan beton sebanyak 10%, 20% serta 30% dengan mutu beton yang direncanakan K225, dengan umur rencana 28 hari.

3. (Erniati et al. 2017)

Dalam penelitian Erniati, dkk pada tahun 2017 yang berjudul pengaruh cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar terhadap sifat mekanik beton. Penelitian ini menggunakan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar dengan persentase cangkang kemiri sebesar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap volume agregat kasar pada campuran beton. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

4. (Haris 2020)

Haris melakukan penelitian pada tahun 2020 dengan judul studi kelayakan penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar terhadap mutu beton. Penggunaan cangkang kemiri sebesar 0%, 20%, 35% dan 50% dengan benda uji berbentuk kubus.

5. (Minanulloh, Cahyo, and Ridwan 2020)

Penelitian yang berjudul pengaruh penambahan abu cangkang kemiri terhadap kuat tekan beton K-300 ini dilakukan pada tahun 2020 oleh minanulloh, dkk. Penelitian ini menggunakan abu cangkang kemiri sebagai bahan tambah semen, dengan variasi penambahan 5%, 10%, dan 15% dari berat semen terhadap mutu beton K-300. Uji tekan dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

6. (Simanjuntak et al. 2021)

Dalam penelitian Simanjuntak, ddk pada tahun 2021 yang berjudul pengujian kuat tekan beton terhadap penggunaan cangkang kemiri pada beton ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan cangkang kemiri sebesar 10%, 20% dan 30% dengan umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data primer pengujian agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton.

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

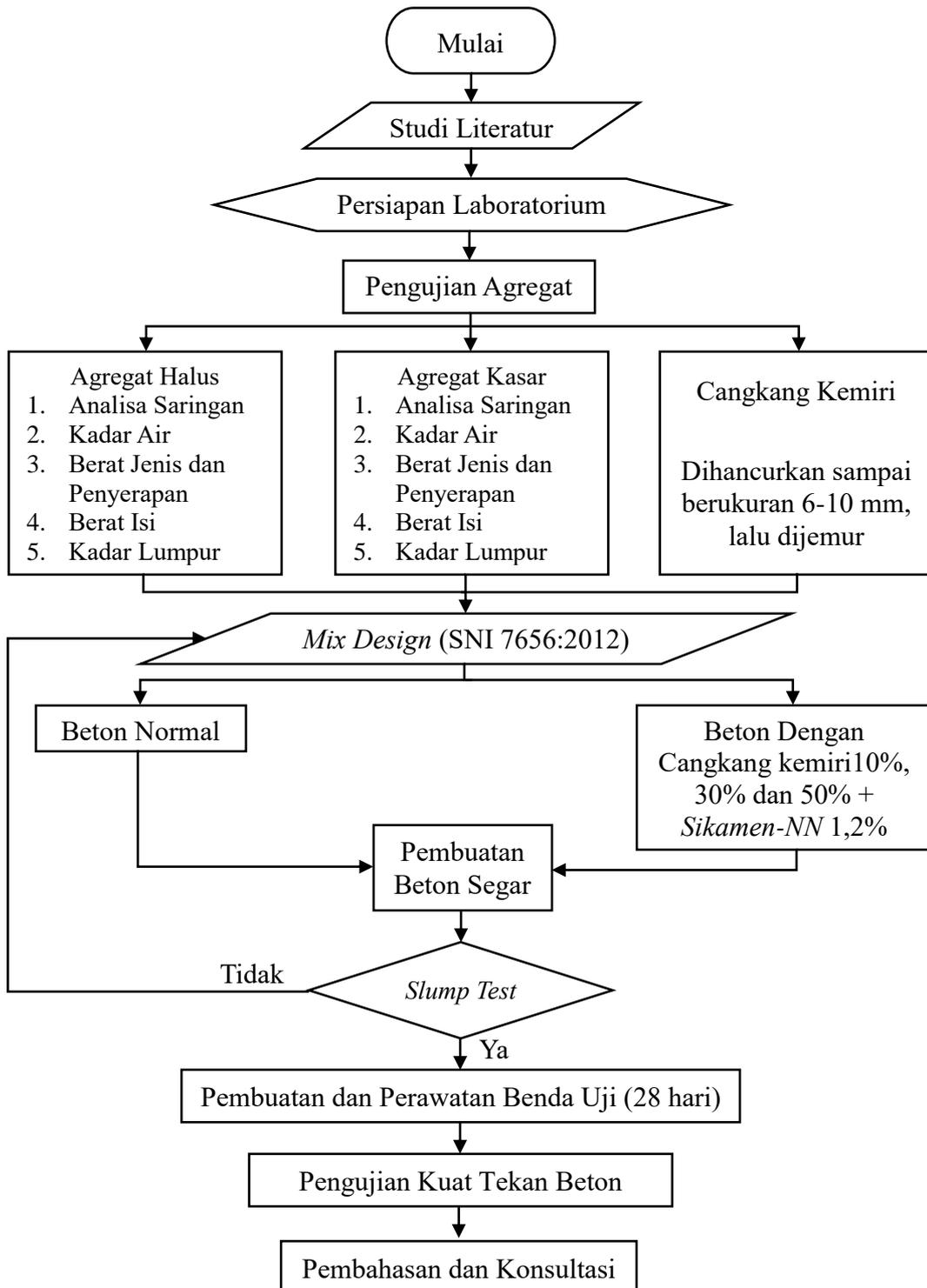
- a. Analisa saringan agregat .
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan berat isi agregat.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat.
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- f. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- g. Kekentalan adukan beton segar (Slump).
- h. Uji kuat tekan beton.

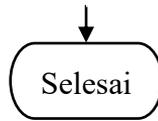
2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku atau jurnal yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) serta konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang digunakan yaitu:

- a. Peraturan (SNI 7656:2012) tata cara pemilihan campuran untuk beton normal (*Mix design*).
- b. Peraturan (SNI 1974:2011) tentang cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 3.1





Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2 Tempat dan Waktu

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berada di Jl. Kapten Mukhtar Basari No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 hingga Oktober 2023.

3.3 Bahan dan Peralatan

Adapun bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

3.3.1 Bahan

Komponen bahan penyusun beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* type 1 dengan merk Tiga Roda.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran maksimal 25 mm.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Cangkang kemiri

Cangkang kemiri yang digunakan dengan ukuran 10-6 mm (lolos saringan 3/8" dan tertahan di saringan No.4).

6. Bahan Tambah

Bahan tambah yang di gunakan adalah *Sikament-NN*.

3.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Peralatan material

- a. Satu set saringan agregat halus dan agregat kasar.

Agregat halus : No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, Pan.

Agregat kasar : 1,5", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", No.4.

- b. Timbangan digital.

- c. Plastik ukuran 10 kg.

2. Peralatan pembuatan beton

- a. Pan.

- b. Ember

- c. Satu set alat Slump *test* : kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.

- d. Skop tangan.

- e. Skrap.

- f. Tabung ukur.

- g. Sarung tangan.

- h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm.

- i. Minyak gemuk.

- j. Kuas.

- k. Mesin pengaduk beton (*Mixer*).

- l. Bak perendam.

3. Alat pengujian kuat tekan beton

- a. Mesin kuat tekan (*compression test*).

3.4 Pemeriksaan Bahan

Didalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan dilaboratorium mengikuti pedoman dari SNI tentang pemeriksaan agregat:

3.4.1 Analisa Saringan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI ASTM C136:2012), Standar ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar, adapun tujuannya adalah untuk mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan agregat kasar termasuk agregat campuran.

Pengujian dilakukan dengan cara penyiapan contoh uji, penimbangan, pengeringan, dan penyaringan. Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase material yang tertahan pada setiap saringan, persentase total dari material yang lolos setiap saringan, dan persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, serta indeks modulus kehalusan.

Modulus kehalusan dapat dihitung menggunakan rumus pada pers 3.1 :

$$FM = \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \quad (3.1)$$

3.4.2 Berat Isi Agregat

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-4804 1998), Standar ini digunakan untuk menentukan berat isi dari agregat.

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan agregat ke dalam wadah, lalu meratakan permukaan atas, setelah diratakan bersihkan semua kelebihan agregat yang terdapat pada bagian luar wadah ukur, lalu timbang.

Berat isi dapat dihitung menggunakan rumus pada pers 3.2 :

$$\text{Berat isi} = \frac{\text{Berat contoh}}{\text{Volume wadah}} \quad (3.2)$$

3.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1969:2016), standar metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ini dimaksudkan untuk memberi

tuntunan dan arahan bagi para pelaksana di laboratorium dalam melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Pengujian dilakukan dengan cara contoh agregat direndam dalam air sehingga air masuk ke dalam pori-pori agregat. Setelah itu dikeluarkan agregat dari dalam air, keringkan permukaan lalu timbang. Kemudian timbang kembali agregat dalam keadaan terendam. Terakhir keringkan agregat dalam oven lalu timbanglah untuk ketiga kalinya. Gunakan hasil pengukuran massa dan berat yang diperoleh dan rumus pada metode ini untuk dapat menghitung 3 (tiga) tipe berat jenis dan penyerapan air.

Berat jenis dapat dihitung menggunakan rumus pers 3.3 :

$$S_w = \frac{B}{B-C} \quad (3.3)$$

Penyerapan air dapat dihitung menggunakan rumus pers 3.4 :

$$S_w = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dimana :

- A : Berat benda uji kering oven.
- B : Berat benda uji Kering permukaan di udara.
- C : Berat benda uji di dalam air.

3.4.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1970:2008), standar ini menetapkan cara uji berat jenis curah kering dan berat jenis semu serta penyerapan air agregat halus.

Pengujian dilakukan dengan cara isi piknometer dengan sebagian air lalu masukan agregat halus, tambahkan kembali air. Putar dan gincangkan piknometer dengan tangan untuk menghilangkan gelembung udara. Keluarkan agregat halus lalu keringkan dan timbang beratnya.

Berat jenis dapat dihitung menggunakan rumus pers 3.5 :

$$S_s = \frac{S}{B+S-C} \quad (3.5)$$

Penyerapan air dapat dihitung menggunakan rumus pers 3.6 :

$$A_w = \frac{S-A}{A} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dimana :

- S : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan.
- A : Berat benda uji kering oven.
- B : Berat piknometer yang berisi air.
- C : Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan.

3.4.5 Kadar Lumpur

Alat, bahan dan cara kerja sesuai, (SNI 30-4142-1996) 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.

Pengujian dilakukan dengan cara benda uji ditimbang kemudian dicuci hingga bersih, setelah dicuci benda uji dikeringka dengan oven dan di timbang kembali.

Kadar lumpur dapat dihitung dengan menggunakan rumus pers 3.7 :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_6}{W_3} \times 100\% \quad (3.7)$$

Dimana :

- W_3 : Berat contoh kering + wadah.
- W_6 : Berat kotoran agregat lolos saringan No.200.

3.4.6 Kadar Air

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1971:2011), standar ini dimaksudkan sebagai acuan para penanggung jawab dan teknis laboratorium untuk menentukan kadar air total agregat dengan cara seragam dan dengan hasil yang akurat. Hasil dari pengujian ini dapat digunakan untuk keperluan pengendalian kadar air agregat pada pekerjaan beton semen dan beton aspal.

Pengujian dilakukan dengan cara contoh agregat ditimbang, dikeringkan dengan cara di oven dan ditimbang kembali kemudian kandungan air agregat dihitung sebagai persen penurunan massa terhadap massa agregat kering oven.

Kadar air dapat dihitung menggunakan rumus pers 3.8:

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (3.8)$$

Dimana :

W_1 : Massa benda uji.

W_2 : Massa benda uji Kering Oven.

3.5 Pengolahan Cangkang Kemiri

Cangkang kemiri di hancurkan dengan palu sehingga berukuran 10-6 mm (lolos saringan 3/8" dan tertahan di saringan No.4), kemudian cangkang kemiri dikeringkan di bawah sinar matahari.

3.6 Sikament-NN

Sikament-NN yang digunakan sebanyak 1,2% dari berat semen. Ditambahkan pada saat adukan beton sudah merata dan diaduk selama beberapa saat sehingga *sikament-nn* tercampur dengan merata.

3.7 Perencanaan Campuran Beton Menurut SNI 7656:2012

Perencanaan komposisi campuran adukan beton normal menurut SNI 7656:2012. Metode ini memberikan perkiraan awal pemilihan campuran yang diperiksa lebih lanjut dengan percobaan di laboratorium.

Perencanaan dilakukan dengan cara pemilihan slump kemudian pemilihan ukuran besar butir agregat maksimum yang akan digunakan dalam campuran beton, perkiraan air pencampur dan kandungan udara, pemilihan rasio air-semen atau rasio air-bahan bersifat semen, selanjutnya perhitungan kadar semen, agregat kasar dan agregat halus. Selanjutnya penyesuaian terhadap kelembaban agregat dan yang terakhir pengaturan campuran percobaan. Komposisi bahan campuran dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1: Kode benda uji dan komposisi campuran benda uji.

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Cangkang Kemiri	<i>Sikament-NN</i>	Jumlah Sample
1	BN	100%	100%	0%	0%	3

2	BCK 1	90%	100%	10%	0%	3
3	BCK 2	70%	100%	30%	0%	3
4	BCK 3	50%	100%	50%	0%	3
2	BCKS 1	90%	100%	10%	1,2%	3
3	BCKS 2	70%	100%	30%	1,2%	3
4	BCKS 3	50%	100%	50%	1,2%	3
Jumlah						21

Keterangan:

BN : Beton Normal.

BCK 1 : Beton dengan cangkang kemiri 10%.

BCK 2 : Beton dengan cangkang kemiri 30%.

BCK 3 : Beton dengan cangkang kemiri 50%.

BCKS 1 : Beton dengan cangkang kemiri 10% dan *Sikament-NN* 1,2%.

BCKS 2 : Beton dengan cangkang kemiri 30% dan *Sikament-NN* 1,2%.

BCKS 3 : Beton dengan cangkang kemiri 50% dan *Sikament-NN* 1,2%.

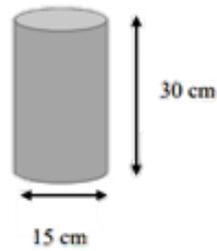
3.8 Slump Test

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan (SNI 1972:2008) yang telah ditetapkan.

Pengujian dilakukan dengan cara campuran beton segar dimasukkan kedalam kerucut abram dan dipadatkan dengan batang penusuk, kemudian cetakan diangkat dan beton dibiarkan sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton. Jarak antara posisi permukaan semula dan posisi setelah peneurunan pada pusat permukaan atas beton diukur dan dilaporkan sebagai nilai slump beton.

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, ilustrasi benda uji yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2: Benda uji silinder.

3.10 Pengujian Kuat Tekan

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1974:2011), standar ini meliputi penetapan kuat tekan beton benda uji berbentuk silinder yang dicetak baik di laboratorium maupun di lapangan.

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan pembebanan pada benda uji hingga benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang diterima benda uji selama pembebanan dan catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu pasir Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar air, berat isi, dan kadar lumpur.

4.1.1 Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada SNI ASTM C136:2012. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1: Hasil pengujian analisa agregat halus.

Saringan mm(inci)	Massa Tertahan Gram (a)	Jumlah Tertahan Gram (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
3,5 mm (2 1/2inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)					
19,1 mm (3/4 inci)					
12,7 mm (1/2 inci)					
9,52 mm (3/8 inci)			0	100,00	
4,75 mm (No, 4)	11	11	3,67	96,33	
2,36 mm (No, 8)	23	34	11,33	88,67	
1,18 mm (No, 16)	32	66	22,00	78,00	
0,6 mm (No, 30)	42	108	36,00	64,00	
0,3 mm (No, 50)	169	277	92,33	7,67	
0,15 mm (No, 100)	8	285	95,00	5,00	
0,075 mm (No, 200)	9	294	98,00	2,00	
Pan	6	300	100,00	0,00	
Total	300	-	260	-	

Berdasarkan tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\ &= \frac{260}{100} \\ &= 2,60 \end{aligned}$$

Pada umumnya modulus kehalusan agregat halus mempunyai interval antara 1,5 sampai 3,8. Dari hasil pengujian didapat hasil modulus kehalusan sebesar 2,60 yang berarti nilai ini juga sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada tabel 4.14 untuk menjadi campuran beton.

4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada SNI 1970:2008. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2: Hasil pengujian berat isi dan penyerapan air 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	491	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672	672	Gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan	C	1009	1011	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B+S-C}$	3,02	3,05	3,04
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{B+S-C}$	3,07	3,11	3,09
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{B+A-C}$	3,16	3,23	3,20
Penyerapan air (A_w)	$\frac{S-A}{A} \times 100\%$	1,42	1,83	1,63

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 3,02 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,05 gr/cm³,

maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 3,04 gr/cm³, hasil pengujian tersebut sudah memenuhi interval batas berat jenis yaitu 1,6 sampai 3,2. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 1,42% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,83%, sehingga rata-rata penyerapan air (A_w) rata-rata 1,63%, Hasil tersebut juga sudah memenuhi interval penyerapan air yaitu 0,2 sampai 2%. Sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

4.1.3 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada SNI 1971:2011. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	2026 gr	2059 gr
Massa wadah	506 gr	493 gr
Massa benda uji (W_1)	1520 gr	1566 gr
Massa wadah + benda uji	1976 gr	2002 gr
Massa wadah	506 gr	493 gr
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	1470 gr	1509 gr
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	3,40%	3,78%
Kadar air total (P) rata-rata	3,59%	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 3,40% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 3,78%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 3,59%. Hasil pengujian tersebut memenuhi batas interval kadar air agregat halus yaitu 3% sampai 5%.

4.1.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada SNI 03-4804-1998. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4: Hasil pengujian berat isi agregat halus.

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5036	5226	5465	Gram
Berat wadah	2	1540	1540	1540	Gram
Volume wadah	3	2461,76	2461,76	2461,76	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	3496	3686	3925	Gram
Berat isi	4/3	1,42	1,50	1,59	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi		1,50			Gram/cm ³
		1503,94			Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 1,42 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,50 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,59 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,50 gr/cm³.

4.1.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada SNI 30-4142-1996. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Agregat halus lolos saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W ₁	2058	2175	Gram
Berat wadah	W ₂	493	506	Gram
Berat contoh kering + wadah	W ₃	2011	2122	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W ₃)	W ₁ -W ₂	1565	1669	1617
Berat kering contoh setelah di cuci (W ₅)	W ₄ -W ₂	1518	1616	1567
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W ₆)	W ₃ -W ₅	47	53	50

Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6}{W_3} \times 100\%$	3,00	3,18	3,09
--	--------------------------------	------	------	------

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 3% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 3,18%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 3,09%. Agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton karena memenuhi batas interval kadar lumpur agregat halus yaitu 0,2% sampai 6%.

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu batu pecah Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar air, berat isi, dan kadar lumpur.

4.2.1 Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada SNI ASTM C136:2012. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Saringan	Massa Tertahan Gram (a)	Jumlah Tertahan Gram (a)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 1/2 inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)	2050	2050	20,50	100,00	
19,1 mm (3/4 inci)	3182	5232	52,32	47,68	
12,7 mm (1/2 inci)	2987	8219	82,19	17,81	

9,52 mm ($\frac{3}{8}$ inci)	358	8577	85,77	14,23	
4,75 mm (No.4)	181	8758	87,58	12,42	

Tabel 4.6: *Lanjutan.*

Saringan mm(inci)	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
	Gram (a)	Gram (a)	Tertahan (c)	Lolos (d)	
2,36 mm (No.8)	-	-	100	0	
1,18 mm (No.16)	-	-	100	0	
0,6 mm (No.30)	-	-	100	0	
0,3 mm (No.50)	-	-	100	0	
0,15 mm (No.100)	-	-	100	0	
0,075 mm (No.200)	-	-	100	0	
Pan	1242	10000	100	0	
Total	10000	-	828	-	

Berdasarkan tabel 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{828}{100} \\
 &= 8,28
 \end{aligned}$$

Nilai ini sudah sudah memenuhi interval untuk modulus kehalusan agregat kasar yaitu antara 5,50 sampai 8,50. Jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari pengujian yaitu 8,28 telah sesuai spesifikasi, sehingga agregat kasar ini dapat digunakan untuk campuran beton.

4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada SNI 1969:2016. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.7: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3985	3821	Gram
Berat benda uji Kering permukaan di udara	B	4012	3845	Gram
Berat benda uji di dalam air	C	2245	2146	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B-C}$	2,26	2,25	2,25
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{B-C}$	2,27	2,26	2,27
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{A-C}$	2,29	2,28	2,29
Penyerapan air (S_w)	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,68	0,63	0,65

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,27 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 2,26 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,27 gr/cm³, hasil pengujian tersebut sudah memenuhi interval batas berat jenis yaitu 1,6 sampai 3,2. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 0,68% sedangkan pengujian kedua sebesar 0,63%, sehingga rata-rata penyerapan air (S_w) rata-rata 0,65%. Hasil tersebut juga sudah memenuhi interval penyerapan air yaitu 0,2 sampai 4%. Sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

4.2.3 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada SNI 1971:2011. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	4153 gr	3988 gr
Massa wadah	565 gr	494 gr
Massa benda uji (W_1)	3588 gr	3494 gr

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	4112 gr	3944 gr
Massa wadah	565 gr	494 gr
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	3547 gr	3450 gr
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	1,16%	1,28%
Kadar air total (P) rata-rata	1,22%	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 1,16% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,28%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 1,22%. Hasil pengujian tersebut memenuhi batas interval kadar air agregat kasar yaitu 0,5% sampai 2%.

4.2.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada SNI 03-4804-1998. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	6212	6358	6598	Gram
Berat wadah	2	1540	1540	1540	Gram
Volume wadah	3	2461,76	2461,76	2461,76	Cm^3

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4672	4818	5058	Gram
Berat isi	4/3	1,90	1,96	2,05	Gram/cm^3
Rata-rata berat isi		1,97			Gram/cm^3
		1996,86			Kg/m^3

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar $1,90 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,96 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $2,05 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar $1,97 \text{ gr/cm}^3$.

4.2.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada SNI 30-4142-1996. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W_1	2495	2570	Gram
Berat wadah	W_2	493	565	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_3	2479	2549	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_3)	$W_1 - W_2$	2002	2005	2003,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	1986	1984	1985,00
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	16	21	18,50
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6}{W_3} \times 100\%$	0,80	1,05	0,92

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,80% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 1,05%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,92%. Agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton karena memenuhi batas interval kadar lumpur agregat kasar yaitu 0,2% sampai 1%.

4.3 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat halus dan kasar selesai dilakukan, selanjutnya penulis akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11: Data yang akan digunakan.

Data pengujian	Nilai
Mutu beton rencana	25 MPa
Berat kering oven agregat kasar	1907 kg/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

Data pengujian	Nilai
Modulus kehalusan agregat halus	2,60
Berat jenis (ssd) agregat halus	3,09 gr/cm ³
Berat jenis (ssd) agregat kasar	2,27 gr/cm ³
Penyerapan air agregat halus	1,63%
Penyerapan air agregat kasar	0,65%

Banyaknya masing-masing bahan per m³ beton dihitung sebagai berikut:

1. Slump yang disyaratkan 75 mm sampai dengan 100 mm.
2. Agregat yang digunakan memiliki ukuran nominal maksimum 25,4 mm.
3. Beton yang dibuat adalah beton tanpa tambahan udara, karena beton tidak akan terkena pemaparan tingkat berat. Dari tabel 4.12, banyaknya air pencampuran untuk beton tanpa tambahan udara dengan slump 75 mm sampai dengan 100 mm dan besar butir agregat maksimum yang dipakai 25 mm adalah 193 kg/m³.

Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Air (kg/m³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara Dakan 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	-

$\geq 175^*$	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut Ringan(%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

4. Rasio air-semen untuk beton berkekuatan 25 MPa adalah 0,61 berdasarkan tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ 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

- Dari data yang diperoleh di langkah 3 dan langkah 4, banyaknya kadar semen adalah $193 / 0,61 = 316,39$ kg
- Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 4.14, untuk agregat halus dengan modulus kehalusan 2,60 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar $0,69 \text{ m}^3$ untuk setiap m^3 beton.

Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton.

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	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

Dengan demikian, berat keringnya $0,69 \times 1709 = 1179,27$ kg

7. Dengan sudah diketahuinya jumlah air, semen, dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m^3 beton adalah agregat halus dan udara yang akan terperangkap, banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolut sebagai berikut :

7.1 Atas dasar massa (berat)

Tabel 4.15: 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

Dari tabel 4.15, massa 1 m^3 beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 25 mm, diperkirakan sebesar 2380 kg, untuk campuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai ini akibat adanya perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting, berat (massa) yang sudah diketahui adalah :

Air (berat bersih)	197 kg
Semen	316,39 kg
<u>Agregat kasar</u>	<u>1179,27 kg</u>
Jumlah	1688,67 kg

Maka, berat (massa) agregat halus $2380 - 1688,67 = 691,33$ kg.

7.2 Atas dasar volume absolut

Dengan jumlah air, semen dan agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1 persen diberikan dalam tabel 4.12 (berlawanan dengan udara yang ditambahkan), maka agregat halus dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{array}{l}
 \text{Volume air} \quad \quad \quad = 193 / 1000 = 0,193 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume padat semen} \quad \quad = 316,39 / (3,15 \times 1000) = 0,100 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume absolut agregat kasar} \quad = 1179,27 / (2,27 \times 1000) = 0,520 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume udara terperangkap} \quad = 1\% \times 1 = 0,010 \text{ m}^3 \\
 \hline
 \text{Jumlah volume padat bahan} \quad = 0,824 \text{ m}^3 \\
 \text{selain agregat halus}
 \end{array}$$

$$\text{Volume agregat halus dibutuhkan} \quad = 1 - 0,824 = 0,176 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat halus kering yang dibutuhkan} &= 0,176 \times 3,09 \times 1000 \\
 &= 554,22 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

7.3 Perbandingan berat campuran satu meter kubik beton yang dihitung dengan dua cara perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara.

	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	193	193
Semen	316,39	316,39
Agregat kasar (kering)	1179,27	1179,27
Agregat halus (kering)	691,33	544,22

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 1,22% pada agregat kasar dan 3,59% pada agregat halus, jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat kasar (basah)} &= 1179,27 \times (1 \times 0,0122) &= 1193,61 \text{ kg} \\
 \text{Agregat halus (basah)} &= 691,33 \times (1 \times 0,0359) &= 716,15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan, dengan demikian, air pada permukaan diberikan dari agregat kasar $(1,22 - 0,65) = 0,56\%$; dari

agregat halus $(3,59 - 1,63) = 1,96\%$, dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan

$$193 - (1179,27 \times 0,56\%) - (691,33 \times 1,96\%) = 172,79 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m^3 beton dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4.17: Hasil perbandingan bahan campuran beton.

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
316,39 kg	:	716,15 kg	:	1193,61 kg	:	172,79 kg
1	:	2,26	:	3,77	:	0,55

4.4 Kebutuhan Bahan

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

$$\text{Tinggi silinder} = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Diameter silinder} = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan pada setiap variasi dapat dilihat pada tabel 4.18 dibawah ini untuk 1 benda uji.

Tabel 4.18: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran.

No	Kode Benda Uji	Semen + Sikament-NN		Agregat Kasar		Agregat Halus (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	Sikament-NN (kg)	Batu pecah (kg)	Cangkang Kemiri (kg)		
1	BN	100% 1,6765	-	100% 6,3246	-	100% 3,7947	100% 0,9156
2	BCK 1	100% 1,6765	-	90% 5,6922	10% 0,6325	100% 3,7947	100% 0,9156
3	BCK 2	100% 1,6765	-	70% 4,4272	30% 1,8974	100% 3,7947	100% 0,9156
4	BCK 3	100%	-	50%	50%	100%	100%

		1,6765		3,1623	3,1623	3,7947	0,9156
5	BCKS 1	100% 1,6765	1,2% 0,0201	90% 5,6922	10% 0,6325	100% 3,7947	100% 0,9156
6	BCKS 2	100% 1,6765	1,2% 0,0201	70% 4,4272	30% 1,8974	100% 3,7947	100% 0,9156
7	BCKS 3	100% 1,6765	1,2% 0,0201	50% 3,1623	50% 3,1623	100% 3,7947	100% 0,9156
Total		11,7354	0,0603	32,8881	11,3843	26,5628	6,4091

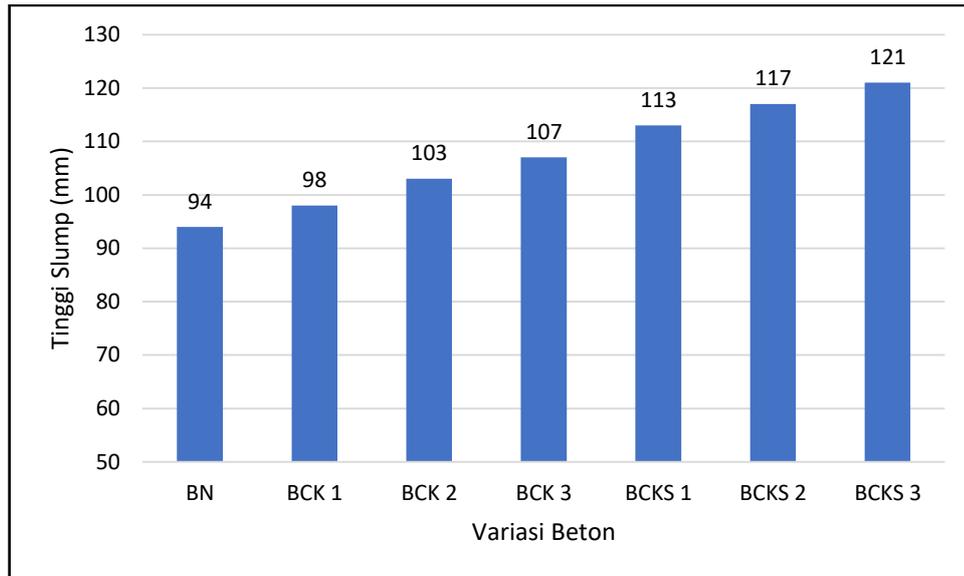
4.5 Slump Test

Pelaksanaan *slump test* berpedoman pada SNI 1972:2008. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4.19: Hasil *slump test*.

No	Variasi Beton	Nilai Slump (mm)
1	BN	94
2	BCK 1	98
3	BCK 2	103
4	BCK 3	107
5	BCKS 1	113
6	BCKS 2	117
7	BCKS 3	121

Berdasarkan tabel 4.19 menjelaskan perbandingan nilai slump yang mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena cangkang kemiri tidak menyerap air dan *Sikament-NN* dapat meningkatkan kelecakan pada adukan beton. Berikut dapat dilihat grafik dari *slump test* pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1: Grafik perbandingan *slump test*.

4.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

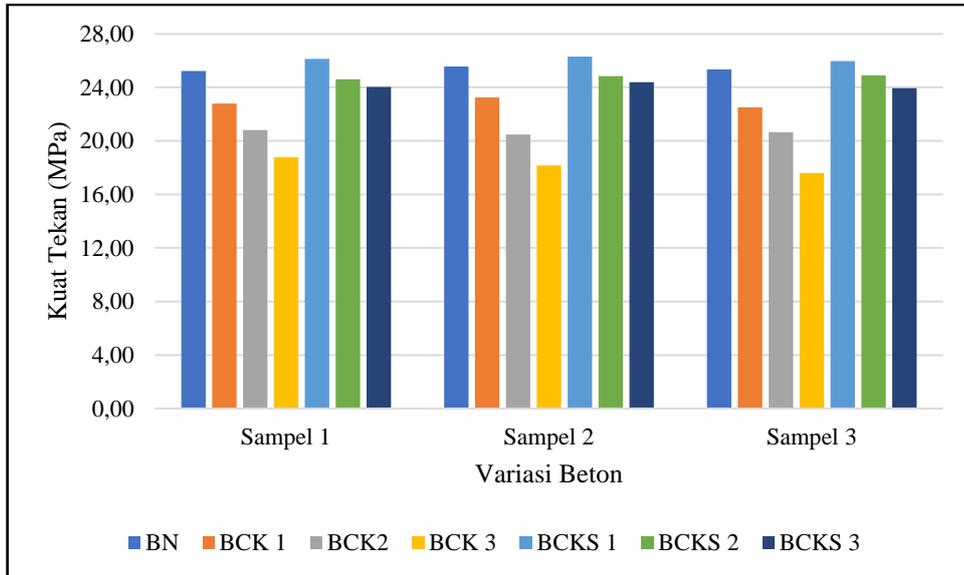
Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton berpedoman pada SNI 1974:2011. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari di Laboratorium Beton Teknik Sipil USU dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.20 dibawah ini.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton.

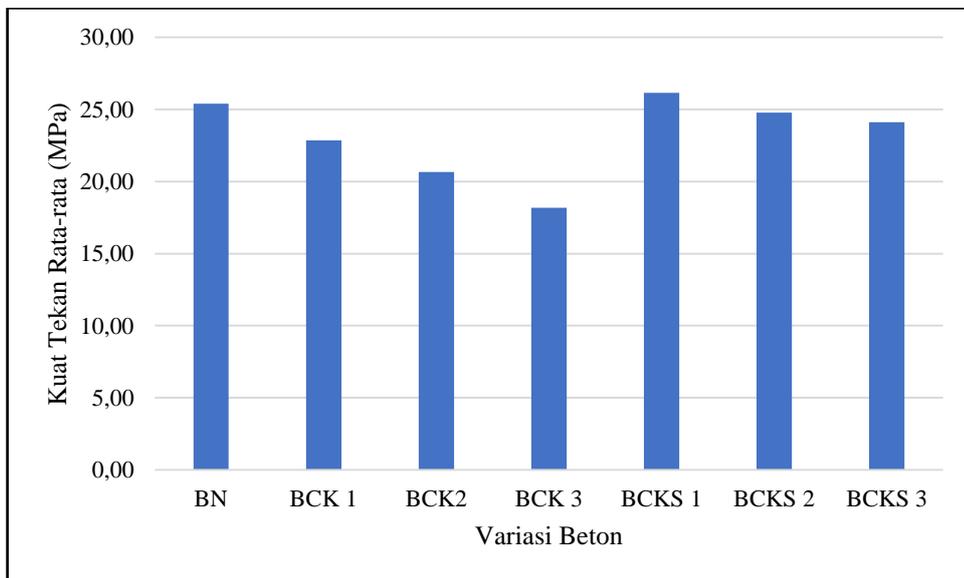
Variasi Beton	A (mm ²)	Gaya Tekan (P) (N)			Kuat Tekan (P/A) (Mpa)			Kuat Tekan Rata-rata
		1	2	3	1	2	3	
BN	17678,46	446000	452000	448000	25,23	25,57	25,34	25,38
BCK 1	17678,46	403000	411000	398000	22,80	23,25	22,51	22,85
BCK 2	17678,46	368000	362000	365000	20,82	20,48	20,65	20,65
BCK 3	17678,46	332000	321000	311000	18,78	18,16	17,59	18,18
BCKS 1	17678,46	462000	465000	459000	26,13	26,30	25,96	26,13
BCKS 2	17678,46	435000	439000	44000	24,61	24,83	24,89	24,78
BCKS 3	17678,46	425000	431000	423000	24,04	24,38	23,93	24,12

Pada tabel 4.20 menjelaskan perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton cangkang kemiri mengalami penurunan hal ini disebabkan karena cangkang kemiri naik ke atas permukaan beton saat proses pemadatan beton. Begitu pula

pada beton cangkang kemiri dengan sika yang dimana mengalami penurunan keciali pada variasi BCKS 1. Berikut pada gambar 4.2 dapat dilihat grafik perbandingan kuat tekan beton secara keseluruhan dan pada gambar 4.3 untuk rata-ratanya.



Gambar 4.2: Grafik kuat tekan beton secara keseluruhan.



Gambar 4.3: Grafik kuat tekan rata-rata.

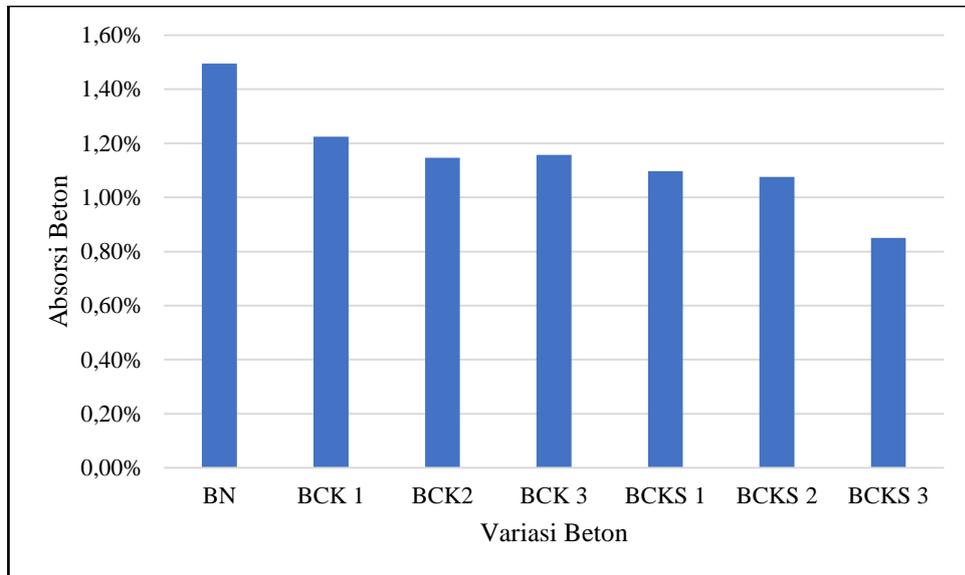
4.7 Absorsi Beton

Absorpsi merupakan banyaknya air yang diserap benda uji beton. Besar kecilnya penyerapan air oleh beton sangat dipengaruhi oleh pori atau rongga yang terdapat pada beton. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam beton maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Hasil dari absorsi beton dapat dilihat pada tabel 4.21 dibawah ini

Tabel 4.21: Hasil absorsi beton.

Variasi Beton	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata	Selisih
BN	1,46%	1,56%	1,47%	1,49%	-
BCK 1	1,16%	1,28%	1,24%	1,22%	0,27%
BCK 2	1,14%	1,13%	1,17%	1,15%	0,35%
BCK 3	1,09%	1,17%	1,21%	1,16%	0,34%
BCKS 1	1,28%	0,97%	1,04%	1,10%	0,40%
BCKS 2	1,05%	1,20%	0,98%	1,08%	0,42%
BCKS 3	1,06%	1,04%	0,45%	0,85%	0,65%

Dapat dilihat pada tabel 4.21 dan gambar 4.4 bahwa beton dengan cangkang kemiri memiliki nilai absorsi yang lebih rendah, hal ini dikarenakan cangkang kemiri tidak menyerap air.



Gambar 4.4: Grafik absorsi beton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton cangkang kemiri dengan *Sikament-NN*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton cangkang kemiri mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena cangkang kemiri tidak menyerap air sebaik agregat kasar, sedangkan beton cangkang kemiri dengan *Sikament-NN* juga mengalami penurunan tetapi tidak sebesar beton cangkang kemiri, hal ini bisa terjadi karena pengaruh dari *Sikament-NN* yang dapat meningkatkan kekuatan betom.

2. Berdasarkan data hasil pengujian, variasi beton cangkang kemiri mengalami penurunan sebesar 10% untuk BCK 1, 18,6% untuk BCK 2, 28,4% untuk BCK 3, 2,4% untuk BCKS 2 dan 5% untuk BCKS 3 dari beton normal. Hanya naik pada variasi BCKS 1 sebesar 3% dari beton normal.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengaruh cangkang kemiri dan *Sikament-NN* tertinggi terjadi pada variasi BCKS 1 dengan persentase kandungan cangkang kemiri sebesar 10% dan *Sikament-NN* 1,2% dengan hasil rata-rata 26,13%.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik pada pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton. Diperlukan penelitian lanjutan bisa dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai tempurung kelapa dengan zat additif yang berbeda.
2. Pada penelitian selanjutnya terhadap cangkang kemiri diharapkan untuk menggunakannya sebagai pengganti agregat halus.
3. Agar diperoleh sampel yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila pemadatan tidak baik maka sampel akan mengalami keropos dan akan mempengaruhi kekuatan sampel

DAFTAR PUSTAKA

- 1974-2011, SNI. 2011. "SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder." *Badan Standardisasi Nasional Indonesia* 20.
- Akhir, Bobby. 2019. "Evaluasi Tahi Besi Sebagai Pengisi Pasir Dan Abu Ampas Tebu Sebagai Pengisi Semen Pada Campuran Beton."
- Amri, Dian, and Irwan Irwan. 2019. "Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Beton Terhadap Massa Dan Kuat Tekan Beton." *Journal Of Civil Engineering, Building And Transportation* 3(2):88. doi: 10.31289/jcebt.v3i2.2778.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2016. *SNI 1969-2016 : Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Candra, Agata Iwan, and Eko Siswanto. 2018. "Rekayasa Job Mix Beton Ringan Menggunakan Hydroton Dan Master Ease 5010." *Jurnal CIVILA* 3(2):162. doi: 10.30736/cvl.v3i2.258.
- Erniati, Selpedi, Ambo Upe, and Erdawaty. 2017. "Pengaruh Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton." *Jurnal Ilmiah Techno Entrepreneur Acta* 2(2):103–10.
- Haris. 2020. "Studi Kelayakan Penggunaan Cangkang Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Mutu Beton." *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development* 41–46. doi: 10.22487/renstra.v1i2.29.
- Haris, Zainal Abidin. 2023. "Penggunaan Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Berbagai Zat Tambah."
- Kwan, Thompson, and Nursyamsi. 2018. "Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Beton." (1):1–9.
- Megasari, Shanti Wahyuni, and Winayati. 2019. "Analisis Karakteristik Beton Dengan Kombinasi Bahan Tambah Plastiment-VZ Dan Sikament-NN Pada Pekerjaan Rigid Pavement Di Provinsi Riau." *Teknologi Sipil* 3(2):117–24. doi: 10.21063/spi3.1017.117-124.
- Minanulloh, Moh. Abdul Basit, Yosef Cahyo, and Ahmad Ridwan. 2020. "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kemiri Terhadap Kuat Tekan Beton K-300." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 3(1):12. doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.875.
- Mulia, Raja Tondi, and Fahrizal Zulkarnain. 2021. "Analisa Pengarus

Penambahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete - 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah Beton.”

PT.SIKA, Product Data. 2017. “Sikament ® NN Extra Description.” (November):1–3.

Rahmad, Ilham, Masril, and Ana Susanti Yusman. 2022. “Studi Substitusi Pemanfaatan Abu Cangkang Kemiri Sebagai Penambahan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Fc’ 14,53 MPa.” 1(3):129–33.

Simanjuntak, Johan Oberlyn, Tiurma Elita Saragi, Nurvita Insani Simanjuntak, and Imesari Hulu. 2021. “Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Penggunaan Cangkang Kemiri Pada Beton Ramah Lingkungan.” *Jurnal Darma Agung* 29(2):146. doi: 10.46930/ojsuda.v29i2.942.

SNI 1970-2008. 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.

SNI 7656:2012. 2012. “Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa.” *Badan Standarisasi Nasional* 52.

Togu Rahman, and Fahrizal Zulkarnain. 2020. “Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115N Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah.”

Wahyu, Ramdani Lalu Mochamad. 2019. “Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Diajukan.” *Skripsi* 1–10.

LAMPIRAN

**LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN
SNI 1974:2011**

Nilai Kuat Tekan Beton Normal (BN)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (kg)		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,709	12,894	446000	25,23
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,703	12,901	452000	25,57
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,722	12,909	448000	25,34
Kuat Tekan Rata-Rata										25,38

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 10% (BCK 1)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,727	12,874	403000	22,80
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,705	12,867	411000	23,25
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,702	12,86	398000	22,51
Kuat Tekan Rata-Rata										22,85

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 30% (BCK 2)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,705	12,85	368000	20,82
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,704	12,847	362000	20,48
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,725	12,874	365000	20,65
Kuat Tekan Rata-Rata										20,65

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 50% (BCK 3)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (kg)		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,742	12,881	332000	18,78
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,695	12,844	321000	18,16
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,697	12,85	311000	17,59
Kuat Tekan Rata-Rata										18,18

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 10% + *Sikament-NN* 1,2% (BCKS 1)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,692	12,855	462000	26,13
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,777	12,901	465000	26,30
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,726	12,858	459000	25,96
Kuat Tekan Rata-Rata										26,13

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 30% + *Sikament-NN* 1,2% (BCKS 2)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,714	12,847	435000	24,61
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,751	12,904	439000	24,83
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,73	12,855	440000	24,89
Kuat Tekan Rata-Rata										24,78

Nilai Kuat Tekan Beton Cangkang Kemiri 50% + *Sikament-NN* 1,2% (BCKS 3)

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji		Beban Tekan (N)	Kuat Tekan (MPa)
		Cetak	Uji				Sebelum	Setelah		
1	SAMPEL 1	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,760	12,895	425000	24,04
2	SAMPEL 2	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,704	12,836	431000	24,38
3	SAMPEL 3	19-Sep-23	17-Okt-23	28	300	150	12,731	12,844	423000	23,93
Kuat Tekan Rata-Rata										24,12



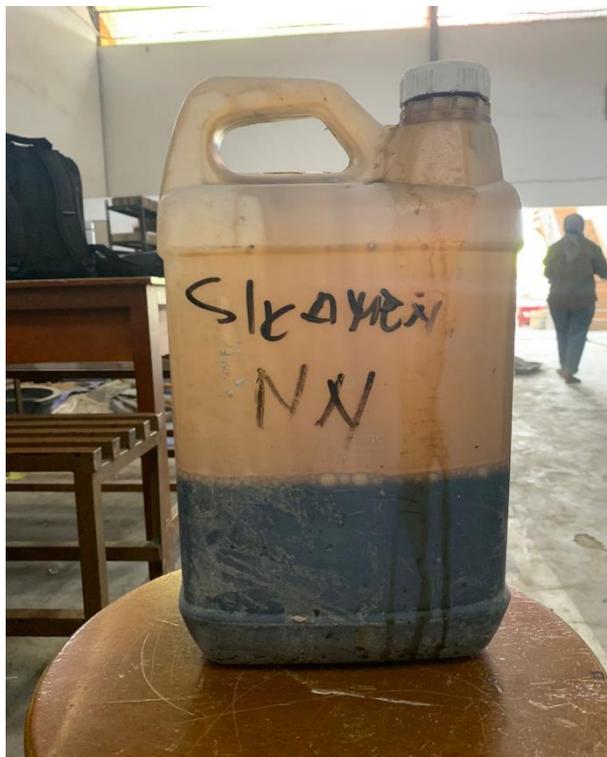
Gambar Lampiran- 1: Semen.



Gambar Lampiran- 2: Agregat kasar.



Gambar Lampiran- 3: Agregat halus.



Gambar Lampiran- 4: *Sikament-NN*.



Gambar Lampiran- 5: Air.



Gambar Lampiran- 6: Cangkang kemiri.



Gambar Lampiran- 7: Saringan agregat halus.



Gambar Lampiran- 8: Saringan agregat kasar.



Gambar Lampiran- 9: Timbangan digital.



Gambar Lampiran- 10: Oven.



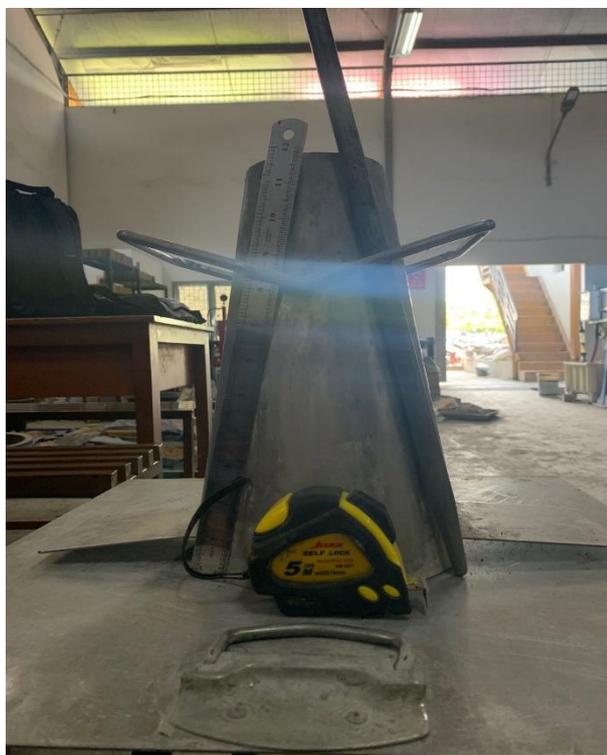
Gambar Lampiran- 11: Plastik.



Gambar Lampiran- 12: Pan.



Gambar Lampiran- 13: Ember.



Gambar Lampiran- 14: Satu set alat slump test.



Gambar Lampiran- 15: Skop tangan.



Gambar Lampiran- 16: Sendok semen.



Gambar Lampiran- 17: Tabung ukur.



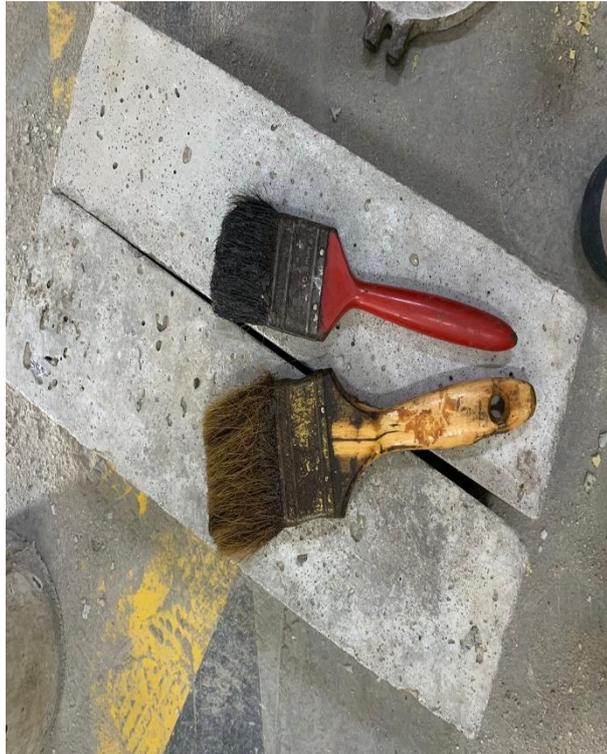
Gambar Lampiran- 18: Sarung tangan.



Gambar Lampiran- 19: Cetakan Silinder.



Gambar Lampiran- 20: Pelumas.



Gambar Lampiran- 21: Kuas.



Gambar Lampiran- 22: Palu Karet.



Gambar Lampiran- 23: Mesin pengaduk semen (Mixer).



Gambar Lampiran- 24: Bak perendaman.



Gambar Lampiran- 25: Compression machine test.



Gambar Lampiran- 26: Pengolahan cangkang kemiri.



Gambar Lampiran- 27: Pengujian analisa saringan.



Gambar Lampiran- 28: Pengujian berat jenis dan penyerapan air.



Gambar Lampiran- 29: Penimbangan bahan.



Gambar Lampiran- 30: Pembuatan beton.



Gambar Lampiran- 31: Slump test.



Gambar Lampiran- 32: Pembuatan benda uji.



Gambar Lampiran- 33: Proses perendaman.



Gambar Lampiran- 34: Pengujian kuat tekan di lab beton USU



Gambar Lampiran- 35: Model kehancuran beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Dimas Nur Pramana
Nama Panggilan : Dimas
TeMPat, Tanggal Lahir : Medan, 11 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Desa Marindal I, Dusun VI, Jalan sari No.04
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Nuriyono
Ibu : Samini
No. HP : 081264901231
E-mail : nurpramana5@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210011
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No.3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
Kelulusan		
Sekolah Dasar	MIS Fauzan Al-islamiyah Medan	2012
Sekolah Menengah Pertama	SMP Al-wasliyah 8 Medan	2015
Sekolah Menengah Atas	SMK Negeri 2 Medan	2018