

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON DENGAN MENGGUNAKAN
PASIR PANTAI SEBAGAI AGREGAT HALUS DAN CAIRAN
SIKACIM CONCRETE ADDITIVE SEBAGAI BAHAN TAMBAH
(STUDI PENELITIAN)**

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

Disusun Oleh :

ALFI SYAHRI FATURRAHMAN SIDABUTAR
1907210062



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar
NPM : 1907210062
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Cairan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah
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



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

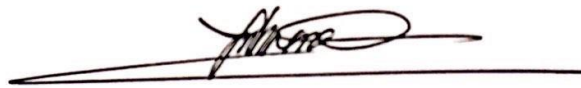
Nama : Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar
NPM : 1907210062
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Cairan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah

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,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



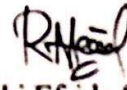
Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T.,M.Sc

Dosen Pembanding I



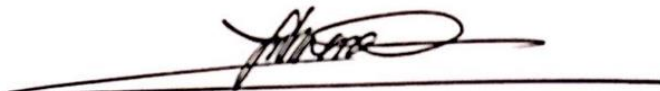
Muhammad Husin Gultom, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, 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 : Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 April 2001
NPM : 1907210062
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Cairan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah (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 keserjana 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,
Saya yang menyatakan



10000
REPUBLIK INDONESIA
METERAI
TEKNIK

Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar

ABSTRAK

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PANTAI SEBAGAI AGREGAT HALUS DAN CAIRAN *SIKACIM CONCRETE ADDITIVE* SEBAGAI BAHAN TAMBAH

Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar

1907210062

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

Beton disusun dari agregat kasar, agregat halus, air dan semen. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, Pasir pantai memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka semakin banyak pula penelitian yang dilakukan, salah satu usaha untuk melakukan peningkatan mutu dan kekuatan beton diantaranya dengan menambahkan zat aditif seperti *Sikacim Concrete Additive*. *Sikacim Concrete Additive* merupakan bahan tambahan / campuran beton yang dapat mempercepat dalam proses pengerasan beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan pasir pantai dengan persentase 30%, 50%, dan 70% serta bahan tambah berupa *Sikacim Concrete Additive* sebanyak 0,8% terhadap kuat lentur beton pada benda uji balok dengan umur rencana 28 hari. Dari penelitian yang telah dilakukan, pengaruh penggunaan campuran pasir pantai terhadap kuat lentur beton tanpa bahan tambah pada benda uji balok memiliki nilai yang termasuk rendah, oleh karena itu digunakan bahan tambah *Sikacim Concrete Additive* guna meningkatkan nilai kuat lentur.

Kata kunci : Pasir pantai, *Sikacim Concrete Additive*, Kuat lentur.

ABSTRACT

TESTING THE FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE USING BEACH SAND AS FINE AGGREGATE AND SIKACIM CONCRETE ADDITIVE LIQUID AS AN ADDITIVE

Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar
1907210062

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

Concrete is composed of coarse aggregate, fine aggregate, water and cement. The fine aggregate used is usually natural sand or sand produced by the stone crushing industry. Beach sand has the characteristics of fine and round grains, uniform gradation (grain size arrangement) and contains salts that are unfavorable to concrete, so it is recommended not to be used in making concrete. However, people who live on the coast still use beach sand as one of the fine aggregates in concrete on the grounds that it is easy to obtain. The more the development of science and technology, the more research is carried out, one of the efforts to improve the quality and strength of concrete is by adding additives such as Sikacim Concrete Additive. Sikacim Concrete Additive is a concrete additive / mixture that can accelerate the hardening process of concrete. The purpose of this research is to find out how much influence the use of beach sand with a percentage of 30%, 50%, and 70% and additives in the form of Sikacim Concrete Additive as much as 0.8% on the flexural strength of concrete in beam specimens with a planned age of 28 days. From the research that has been done, the effect of using a mixture of beach sand on the flexural strength of concrete without additives in beam specimens has a value that is low, therefore Sikacim Concrete Additive is used to increase the k value.

Keywords : Sand beach, *Sikacim Concrete Additive*, Flexural Strength

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Cairan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah” 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 Muhammad Husin Gultom, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc, Ph.D. 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 vii Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta M Syafi'i Dabutar dan Ibunda tercinta Yuni Erina yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Kepada sahabat-sahabat penulis Mixcin Crew yakni : Malwinder Singh, Marshal Gibran, Dimas Vio, Fetronaufal, Ilhamy Pasha, Ashraf dan Ridwan.
10. Kepada teman sekelompok penelitian penulis, terutama kepada Rahayu Dwi Alqory terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini yang selalu menemani dan selalu menjadi support system penulis pada hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terimakasih telah memberi dukungan, semangat, tenaga, waktu, pikiran, dan senantiasa sabar dalam menghadapi saya. Terimakasih telah menjadi sosok rumah yang selalu ada untuk saya.

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,

Saya yang menyatakan:

ALFI SYAHRI FATURRAHMAN SIDABUTAR

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
10.1	Latar
Belakang	1
10.2	Rumusan
Masalah	2
10.3	Ruang
Lingkup	2
10.4	Tujuan
Penelitian	3
10.5	Manfaat
Penelitian	3
10.6	Sistematika
Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Material Penyusun Beton	5
2.2.1 Agregat Kasar	6
2.2.2 Agregat Halus	6
2.2.3 Semen	7
2.2.4 Air	8
2.3 Pasir Pantai	8
2.4 <i>Sikacim Concrete Additive</i>	8

2.5 Kuat Lentur Beton	9
2.6 Penelitian Terdahulu	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian	13
3.1.1 Data Primer	13
3.1.2 Data Sekunder	13
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.4 Bahan dan Peralatan	18
3.4.1 Bahan	18
3.4.2 Peralatan	18
3.5 Jumlah Benda Uji	19
3.6 Persiapan Penelitian	20
3.7 Pemeriksaan Agregat	20
3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	20
3.7.2 Analisa Gradasi Agregat	21
3.7.3 Kadar Lumpur Agregat	22
3.7.4 Berat Isi Agregat	22
3.7.5 Kadar Air Agregat	22
3.8 Pasir Pantai	23
3.9 <i>Sikacim Concrete Additive</i>	23
3.10 <i>Mix Design</i>	23
3.11 Pembuatan Benda Uji	24
3.12 Pemeriksaan Slump Test	25
3.13 Perawatan (<i>Curing</i>) Pada Benda Uji	25
3.14 Pengujian Kuat Lentur	26
BAB 4 HASIL PENELITIAN	27
4.1 Tinjauan Umum	27
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat	27
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	27
4.3.1 Pengujian Analisa Saringan	27
4.3.2 Kadar Air	28
4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air	29

4.3.4 Berat Isi Agregat	30
4.3.5 Kadar Lumpur	31
4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	31
4.4.1 Pengujian Analisa Saringan	31
4.4.2 Kadar Air	33
4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan	33
4.4.4 Berat Isi	34
4.4.5 Kadar Lumpur	35
4.5 Perencanaan Campuran Beton	35
4.6 Kebutuhan Bahan	41
4.7 Slump Test	42
4.8 Kuat Lentur	43
4.9 Analisis Biaya	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas gradasi agregat kasar	6
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat halus	7
Tabel 3.1	Jumlah benda uji untuk campuran pasir pantai dan <i>sikacim concrete additive</i>	20
Tabel 4.1	Hasil pengujian analisa agregat halus	28
Tabel 4.2	Hasil pengujian kadar air agregat halus	28
Tabel 4.3	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	29
Tabel 4.4	Hasil perhitungan berat isi agregat halus	30
Tabel 4.5	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	31
Tabel 4.6	Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar	32
Tabel 4.7	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	33
Tabel 4.8	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	33
Tabel 4.9	Hasil pengujian berat isi agregat kasar	34
Tabel 4.10	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	35
Tabel 4.11	Data yang digunakan	35
Tabel 4.12	Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	36
Tabel 4.13	Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton	37
Tabel 4.14	Volume agregat kasar per satuan volume beton	38
Tabel 4.15	Perkiraan awal berat beton segar	38
Tabel 4.16	Perbandingan campuran beton dengan dua cara	40
Tabel 4.17	Hasil perbandingan bahan campuran beton	41
Tabel 4.18	Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	41
Tabel 4.19	Nilai <i>slump test</i>	42
Tabel 4.20	Nilai kuat lentur	43
Tabel 4.21	Analisis biaya beton normal	47
Tabel 4.22	Analisis biaya BTPP 30%	47
Tabel 4.23	Analisis biaya BTPP 50%	47
Tabel 4.24	Analisis biaya BTPP 70%	48
Tabel 4.25	Analisis biaya BTPPS 30%	48

Tabel 4.26 Analisis biaya BTPPS 50%	49
Tabel 4.27 Analisis biaya BTPPS 70%	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Benda uji perletakan dan pembebanan	9
Gambar 2.2	Garis-garis perletakan dan pembebanan	9
Gambar 2.3	Balok patah pada 1/3 bentang tengah	10
Gambar 2.4	Balok yang patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada kurang dari 5% dari bentang tengah	10
Gambar 2.5	Balok yang patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada kurang dari 5% dari bentang tengah	11
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	17
Gambar 3.2	Benda uji balok beton	24
Gambar 4.1	Grafik nilai slump	43
Gambar 4.2	Grafik nilai kuat lentur	45
Gambar 4.1	Grafik nilai rata-rata kuat lentur	46
Gambar L.3	Agregat kasar	54
Gambar L.4	Agregat halus	54
Gambar L.3	Pasir pantai	55
Gambar L.4	Semen	55
Gambar L.5	<i>Sikacim concrete additive</i>	56
Gambar L.6	Proses pembuatan beton	56
Gambar L.7	Pengujian <i>slump test</i>	57
Gambar L.8	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	57
Gambar L.9	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	58
Gambar L.10	Membuka bekisting	58
Gambar L.11	Benda uji balok saat perendaman	59
Gambar L.12	Benda uji balok ditimbang sebelum di uji	59
Gambar L.13	Pengujian kuat lentur balok beton	60

DAFTAR NOTASI

- σ : Kekuatan lentur (MPa)
- P : Keruntuhan pengujian balok akibat beban maksimal (N)
- L : Panjang bentang diantara kedua balok tumpuan (mm)
- b : Rataan lebar balok terhadap penampang runtuh (mm)
- d : Rataan tinggi balok terhadap penampang runtuh (mm)
- 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 (gr)
- B : Berat piknometer berisi garam (gr)
- C : Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)
- S : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)
- A : Berat benda uji kering oven (gr)
- B : Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
- C : Berat benda uji dalam air (gr)
- W_3 : Berat contoh ($W_3 = W_1 - W_2$) (gr)
- W_2 : Berat wadah (gr)
- W_1 : Berat contoh dan wadah (gr)
- V : Volume wadah (cm³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus, agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Kebutuhan Beton di dalam konstruksi sangat besar, terutama beton yang memiliki kekuatan lentur yang tinggi. Beton digunakan karena memiliki kelebihan antara lain mudah dibentuk sesuai dengan yang direncanakan, bahan baku atau material penyusun beton mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api dan beton merupakan struktur yang memiliki kuat lentur besar. (Handayani, 2019)

Disisi lain, beton juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain kekuatan tarik dan lenturnya yang rendah dan bersifat getas (brittle) sehingga pemakaiannya menjadi terbatas. (Hamdi, 2019)

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka semakin banyak pula penelitian yang dilakukan untuk memperbaiki kelemahan dari sifat – sifat beton mulai dari segi kekuatannya, daya tahan, keawetan, kemudahan pengerjaannya bahkan sampai pada upaya untuk membuat beton yang lebih ringan tetapi mempunyai kekuatan yang tinggi. Salah satu usaha untuk melakukan peningkatan mutu dan kekuatan beton diantaranya dengan menambahkan zat aditif atau dengan menambahkan serat alam ke dalam campuran beton. (Dumyati & Manalu, 2015)(Shandy, 2020)

Pada penelitian ini, zat aditif yang digunakan adalah *Sikacim Concrete Additive*. Kegunaannya adalah selain mempercepat pengerasan beton, dapat juga mengurangi keropos pada beton.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan mengenai pengaruh penggunaan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dan cairan sika sebagai bahan tambah terhadap kuat lentur beton. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain :

1. Apakah pemakaian pasir pantai dengan variasi 30, 50%, dan 70% dapat mempengaruhi kuat lentur pada beton?
2. Bagaimana perbandingan antara beton normal dan beton yang menggunakan sebagian pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* pada uji kuat lentur ?
3. Variasi manakah yang lebih efisien dari segi harga dan kualitas ?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat maka ruang lingkup penelitian diberi batasan penelitian yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia)
3. Penelitian ini meninjau kuat lentur
4. Persentase pasir pantai yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 30%, 50%, dan 70% dari berat agregat halus yang digunakan dan benda uji masing-masing variasi sebanyak 3 (tiga) buah.
5. Persentase *Sikacim Concrete Additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,8% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
6. Jumlah seluruh benda uji 21 buah.
7. Benda uji berupa balok beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.
8. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan sebagian pasir pantai dengan variasi 30%, 50%, dan 70% pada kuat lentur beton
2. Untuk mengetahui perbandingan antara beton normal dan beton yang menggunakan campuran pasir pantai *Sikacim Concrete Additive* pada uji kuat lentur beton.
3. Untuk mengetahui variasi manakah yang lebih efisien dari segi harga maupun kualitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memenuhi persyaratan tugas akhir dan dapat memberikan kontribusi dalam bidang praktisi akademik, ilmu pengetahuan dalam bidang konstruksi dengan membuat variasi campuran *Sikacim Concrete Additive*, dan pasir pantai sebagai campuran pasir pada beton sehingga dapat membuat beton yang lebih variatif namun tidak mengurangi kekuatan beton tersebut.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi beberapa materi yang akan disampaikan kedalam beberapa bab, yakni:

1. Bab 1 Pendahuluan

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

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

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

3. Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

4. Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

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

5. Bab 5 Analisa Dan Pembahasan

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran dari semen, air dan agregat serta suatu bahan tambahan. Setelah beberapa jam dicampur, bahan-bahan tersebut akan langsung mengeras sesuai bentuk pada waktu basahnya, sebagai material komposit, sifat beton tergantung pada sifat unsur masing-masing dan interaksinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton ada empat, yaitu material penyusun, cara pembuatan, cara perawatan dan kondisi pengujian. (Muhammad & Kusdian, 2021)

Beton memiliki sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Selain sifat dasar tersebut, beton juga memiliki sifat kekedapan dan keawetan. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh ketiga faktor penting berikut :

1. Bahan penyusun beton
2. Pengerjaan beton
3. Perawatan beton
4. Umur Beton (Hermawan, 2018)

2.2 Material Penyusun Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus dan air dan bila mana diperlukan dapat menambahkan bahan tambah dengan persentase tertentu. Pada campuran ini, akan digunakan pasir pantai sebagai campuran agregat halus. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain:

2.2.1 Agregat Kasar

Menurut SNI 03-2834 (2000), agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm, yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Tabel 2.1 : Batas gradasi agregat kasar

Lubang Ayakan	Persen Lolos Ayakan Diameter 37,5 mm Max. 37,5 mm	
	37,5 (1,5 in)	0
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No.4)	95	100

2.2.2 Agregat Halus

Menurut SNI 03-2834 (2000), agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut juga pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi :

- Pasir halus \emptyset 0-1 mm
- Pasir kasar \emptyset 1-5 mm

Menurut SNI 03-2834 (2000), syarat-syarat agregat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton sebagai berikut:

- a) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%.
- b) Agregat halus tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan tidak boleh gelap dari warna standar atau pembanding.
- c) Agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80. Agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali.
- d) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%

Tabel 2.2 : Batas gradasi agregat halus menurut SNI 03 – 2834 – 2000.

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No. 4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No. 8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No. 16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No. 30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No. 50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No. 100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

- Daerah gradasi I : pasir kasar
- Daerah gradasi II : pasir agak kasar
- Daerah gradasi III : pasir agar halus
- Daerah gradasi IV : pasir halus

2.2.3 Semen

Menurut SNI 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri dari atas dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Menurut SNI 15-2049 (2004), jenis-jenis semen dapat dibagi sebagai berikut :

- a) Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b) Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.

- c) Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d) Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e) Jenis V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.4 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Fungsi air dalam pembuatan beton untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara agregat kasar dan halus. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25%-30% dari berat semen tersebut. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porus, maka kuat tekan beton juga akan menurun. (Candra et al., 2019)

2.3 Pasir Pantai

Pasir pantai memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam-garaman yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton. Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir pantai sebagai salah satu agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat. (Rini et al., 2022)

2.4 *Sikacim Concrete Additive*

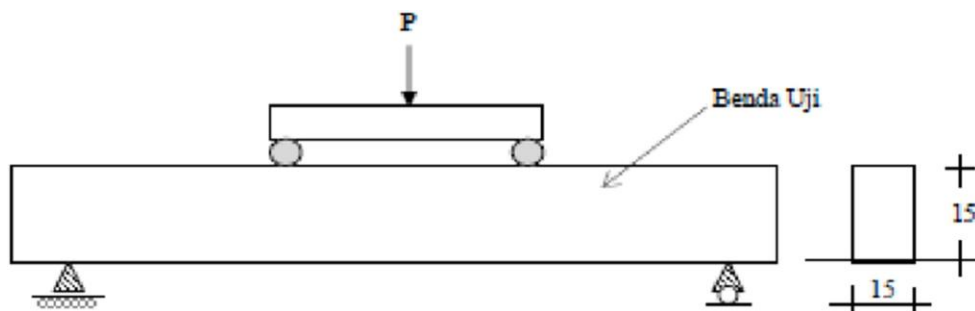
Sikacim Concrete Additive merupakan bahan tambahan / campuran beton yang dapat mempercepat dalam proses pengerasan beton. *Sikacim Concrete Additive* dapat mengefisiensikan waktu dalam proses pengeringan beton.

Kegunaan *Sikacim Concrete Additive* sebagai concrete admixture (bahan tambahan / campuran beton) antara lain :

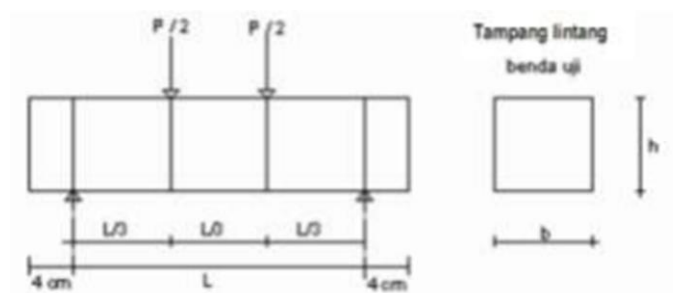
- a) Mempercepat pengerasan beton dengan pengurangan air sampai 15%
- b) Mengurangi keropos / meningkatkan daya tahan terhadap karbonasi
- c) Memudahkan pengecoran.

2.5 Kuat Lentur Beton

Menurut SNI 4431-2011, kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas.



Gambar 2.1 : Benda uji perletakan dan pembebanan



Gambar 2.2 : Garis-garis perletakan dan pembebanan

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur beton dengan 2 titik pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton seperti Gambar 3.2 , maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

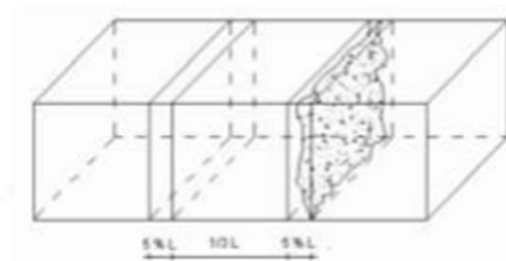
$$\sigma I = \frac{PL}{bh^2} \quad (2.1)$$



Gambar 2.3 : Balok patah pada 1/3 bentang tengah.

2. Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan seperti Gambar 3.4, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma I = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (2.2)$$



Gambar 2.4 : Balok yang patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada kurang dari 5% dari bentang tengah

Dengan :

σI : Kuat lentur benda uji (Mpa)

P : Beban tertinggi yang dilanjutkan oleh mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma)

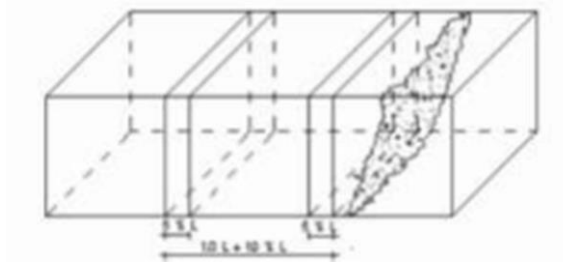
L : Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

b : Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h : Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a : Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m).

Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.



Gambar 2.5 : Balok yang patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada kurang dari 5% dari bentang tengah

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan semen Portland Komposit yang tergolong baru di Indonesia untuk digunakan bersama air laut dan pasir laut untuk membuat beton. Metode penelitian ini adalah eksperimen di laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai kuat lentur dari beton berbahan semen portland komposit, air laut dan pasir laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang mengandung semen PCC, air laut, pasir laut memiliki kemudahan perkerjaan pada kondisi segar dan ketika telah mengeras mampu memikul beban lentur dengan baik.(Mardani et al., 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, modulus elastisitas dan workability beton segar dengan penambahan superplasticizer sebanyak 0,8%. Benda uji yang digunakan berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 15 buah, dan balok ukuran 15 cm × 15 cm × 60 cm sebanyak 3 buah. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan sebesar 43,007 MPa. Pengujian kuat tarik belah sebesar 3,584 MPa. Pengujian kuat lentur sebesar 4,340 MPa. Pengujian modulus elastisitas sebesar 28447,956

MPa. Dari pengujian slump dengan penambahan superplasticizer didapatkan sebesar 10 cm (Siranga et al., 2021)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat-sifat mekanis seperti kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton mutu tinggi yang menggunakan agregat pasir laut dengan kuat tekan rencana 55 MPa. Silica fume ditambahkan ke dalam campuran sebanyak 0%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Untuk meningkatkan workability campuran digunakan superplasticizer sebanyak 1,5% dari berat campuran. Pasir laut untuk penelitian berasal dari Tanjung Balai Karimun, Kepulauan Riau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat pasir laut dapat digunakan untuk membuat beton mutu tinggi dengan kekuatan rencana 55 MPa. Penambahan silica fume sebanyak 4-10% dalam campuran meningkatkan kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas beton yang dihasilkan disamping mengurangi rembesan air ke dalam beton sebesar 9,67 mm. Pengujian kadar Ca sisa menggunakan AAS memperlihatkan bahwa peningkatan persentase silica fume dapat menurunkan jumlah Ca sisa dalam beton. (Olivia & Indrawan, 2013)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen di laboratorium menggunakan data-data tambahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang di dapat melalui:

1. Data Primer

Didapatkannya data tersebut dari hasil pengecekan dan uji yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan di uji di Universitas Sumatera Utara, seperti:

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 dan agregat (SNI 1973:2008)
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011)
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4141, 1996)
7. Perencanaan campuran beton (Mix Design) (SNI 7656:2012)
8. Kekentalan adukan beton segar (slump) (SNI 1972:2008)
9. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011).
10. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 03-2495-1991)
11. Uji kuat lentur beton (SNI 03-4431-2011).

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 7656:2012 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Metode penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji terlebih dahulu di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan pasir pantai sebagai bahan campuran agregat halus dengan variasi 30%, 50%, dan 70% dari agregat halus yang digunakan dan penambahan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton dengan persentasi 0,8% dari berat semen.

3.2 Tahapan Penelitian

Adapun tahap-tahap penelitian dalam penelitian campuran beton ini antara lain :

1. **Persiapan Material**

Dimana mempersiapkan material seperti agregat kasar, agregat halus, semen, bahan tambah sikacim concrete additive.

2. **Pemeriksaan Material**

Pemeriksaan material ini dilakukan dengan pemeriksaan dasar seperti kadar lumpur, kadar air, berat jenis, berat isi dan analisa saringan.

3. **Pemeriksaan Material Agregat Halus**

Pemeriksaan pada agregat halus terdiri dari analisa saringan, berat jenis dan penyaringan, kadar air, kadar lumpur, dan berat isi.

4. **Pemeriksaan Material Agregat Kasar**

Pemeriksaan yang dilakukan dimulai dari analisa saringan, berat jenis dan penyaringan, kadar air, kadar lumpur, keausan agregat dan berat isi.

5. **Pasir Pantai**

Pasir pantai yang digunakan pada penelitian ini sebagai bahan pengganti agregat halus yang di dapat dari Pantai Cermin.

6. *Sikacim concrete additive*

Sikacim concrete additive yang di gunakan untuk campuran beton pada penelitian ini berasal dari panglong.

7. Mix Design

Setelah pemeriksaan material dilakukan dan mendapatkan hasil sesuai persyaratan untuk pencampuran beton, perhitungan proporsi campuran pun dilakukan. Perhitungan proporsi tersebut meliputi, agregat halus normal serta pasir pantai sebagai agregat halus tambahan dan *sikacim concrete additive* sesuai variasi campuran yang sudah ditentukan.

8. Pembuatan Benda Uji

Langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji dengan memasukkan material yang sudah disiapkan dan ditimbang ke dalam mesin molen atau mixer sesuai proporsi campuran yang dihitung.

9. Pengujian Slump Test

Sebelum melakukan tahap pencetakan dilakukan pengujian slump test pada beton segar untuk mengetahui nilai kekentalan dan plastisitas beton. Beton segar akan dimasukkan ke dalam kerucut abrams dan akan dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali kemudian akan di lepas dan dihitung perbandingan penurunan beton segar dari tinggi kerucut abrams.

10. Pencetakan Benda Uji

Dalam proses pencetakan benda uji yang telah di campur di dalam mixer akan di masukkan ke dalam cetakan prisma balok untuk pengujian kuat lentur dengan ukuran lebar 150 mm dan 150 mm, dan panjang 600 mm. Benda uji akan di cetak selama 24 jam.

11. Perawatan Benda Uji

Benda uji yang masih dalam keadaan baru di cetak didiamkan selama 24 jam di dalam cetakan kemudian dibuka, dan didiamkan selama 24 jam kembali. Setelah itu perendaman dilakukan selama 28 hari di dalam bak perendaman yang terhindar dari sinar matahari.

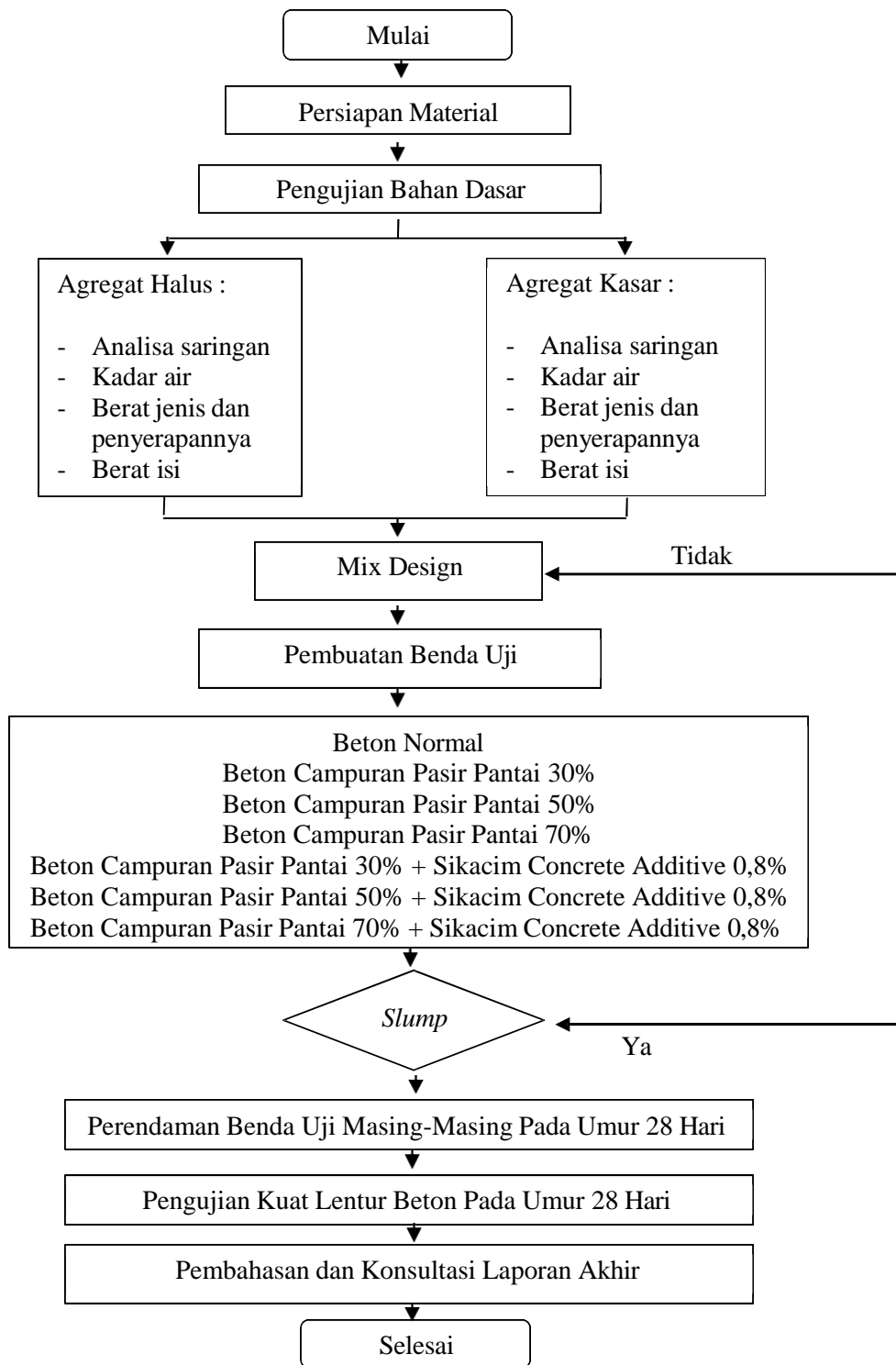
12. Pengujian Kuat Lentur

Benda uji yang direndam, diangkat dari bak perendaman dan dikeringkan kembali selama 24 jam. Lalu pengujian kuat lentur dapat dilakukan.

Jika semua tahap di atas telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *mix design*. Pada tahap ini semua bahan yang sudah diuji akan

dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya. Pada penelitian ini, *mix design* dibuat dalam tiga variasi yaitu beton normal, beton campuran pasir pantai dan beton campuran pasir pantai yang menggunakan cairan *sikacim concrete additive*. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk balok sebanyak 21 buah yang akan diuji pada umur beton 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yaitu kuat lentur, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut akan menjadi kesimpulan pada penelitian yang dilakukan. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 : Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara dan di uji di Universitas Sumatera Utara. Waktu penelitian dilakukan kurang lebih 3 bulan.

3.4 Bahan dan Peralatan

3.4.1 Bahan

Penggunaan Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu :

a. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari Kota Binjai, Sumatra Utara.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari Kota Binjai, Sumatra Utara.

c. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

d. Pasir Pantai

Pasir pantai yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Pantai Cerimin.

e. *Sikacim concrete additive*

Sikacim concrete additive yang digunakan untuk campuran beton pada penelitian ini berasal dari panglong.

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sudah tersedia di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kumpulan saringan agregat halus meliputi: Nomor : 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan Pan dan saringan Nomor : 1 ½", ¾", 3/8", dan 4 untuk agregat kasar.

2. Timbangan digital adalah alat untuk menimbang secara akurat bahan yang digunakan.
3. Gelas yang digunakan untuk mengukur air dan campuran dalam proyek beton yang memadat sendiri.
4. Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melacak durasi tes.
5. Piknometer dapat digunakan untuk mengukur berat jenis dan penyerapan pada pasir dan *sikacim concrete additive*.
6. Sampel bahan dapat dikeringkan dalam oven.
7. Sampel air dapat disimpan dalam ember atau wadah.
8. Sebuah wadah plastik seberat 10 kg digunakan untuk menyimpan bahan-bahan yang sudah jadi.
9. Pan adalah alat yang digunakan untuk mencampur dasar beton segar.
10. Skop tangan dan alat cetok untuk meratakan permukaan beton dalam cetakan dan berfungsi sebagai pengaduk beton segar.
11. Selang adalah alat untuk mengosongkan air mixer dan membersihkannya.
12. *Bekisting* beton berbentuk balok dengan dengan ukuran lebar 15 cm dan 15 cm, dan panjang 60 cm.
13. Dengan kuas dan Vaseline, cetakan beton dilapisi agar tidak lengket.
14. Seperangkat peralatan untuk pengujian aliran slump, yang meliputi: pelat, kerucut abrams dan penggaris
15. Mesin pengaduk beton (molen) digunakan untuk mencampur semua bahan menjadi satu untuk membuat adonan beton segar.
16. Bak rendam digunakan untuk merendam beton yang telah keluar dari cetakan.
17. *Loading frame* yang merupakan alat untuk menguji kuat lentur beton.

3.5 Jumlah Benda Uji

Cetakan balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm digunakan untuk membuat benda uji. Berikut jumlah benda uji dapat di lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 : Jumlah benda uji untuk campuran pasir pantai dan *sikacim concrete additive*

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Pasir Pantai	<i>Sikacim Concrete Additive</i>	Jumlah Sampel
1	BTN	100%	100%	0%	0%	3
2	BTPP 30%	100%	70%	30%	0,8%	3
3	BTPP 50%	100%	50%	50%	0,8%	3
4	BTPP 70%	100%	30%	70%	0,8%	3
5	BTPPS 30%	100%	70%	30%	0,8%	3
6	BTPPS 35%	100%	50%	50%	0,8%	3
7	BTPPS 70%	100%	30%	70%	0,8%	3
Jumlah						21

Keterangan :

BTN : Beton Normal

BTPP : Beton Pasir Pantai

BTPPS : Beton Pasir Pantai *Sikacim Concrete Additive*

3.6 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur kemudian melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.7 Pemeriksaan Agregat

3.7.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berat jenis curah kering, berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan dan berat jenis semu adalah semua cara untuk mengukur berat jenis. Berdasarkan kondisi setelah direndam dalam air selama (24+4) jam, dilakukan

pengukuran berat jenis curah (jenuh kering permukaan) dan penyerapan air. Berikut prosedur pengujian agregat kasar:

1. Benda uji dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur atau bahan lain yang menempel di permukaan.
2. Spesimen harus dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya masih tetap.
3. Setelah mengeluarkan spesimen dari oven, biarkan mendingin pada suhu kamar selama satu sampai tiga jam.
4. Benda uji kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Spesimen kemudian harus direndam selama 24 sampai 4 jam dalam air suhu kamar.
5. Benda uji kemudian dikeluarkan dari air dan diseka dengan kain penyerap sampai lapisan air pada permukaan hilang (permukaan kering jenuh atau SSD). Setiap butiran besar harus dikeringkan secara terpisah.
6. Selanjutnya benda uji harus ditimbang dalam keadaan jenuh (BJ ssd).
7. Setelah benda uji dimasukkan ke dalam keranjang, benda uji dikocok untuk melepaskan udara yang terperangkap dan menentukan beratnya di dalam air, atau Ba. Untuk melakukan penyesuaian suhu standar 25 °C suhu air diukur.

3.7.2 Analisa Gradasi Agregat

Dengan menggunakan ayakan, analisis gradasi agregat dimaksudkan sebagai pedoman untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan kasar. Adapun pengujian gradasi agregat sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
2. Tentukan berat yang dibutuhkan dengan cara menimbang benda uji. Setelah itu, atur filternya, mulai dari yang paling besar di atas. Panci kemudian diposisikan di bagian bawah. Agregat kemudian dimasukkan dari atas dan penutup filter digunakan untuk menutup bagian atas filter. Mesin pengayak digunakan untuk mengayak selama 15 menit agar hasil terpisah secara merata.
3. Berat agregat di setiap filter kemudian diukur.

3.7.3 Kadar Lumpur Agregat

Tujuan dari metode pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat adalah sebagai acuan dan panduan untuk pengujian gumpalan lempung dan butiran rapuh pada agregat. Berikut prosedur pengujian kadar lumpur agregat:

1. Dengan massa 500 gram, benda uji dimasukkan kemudian ditimbang (W_1).
2. Setelah itu ditambahkan air cucian secukupnya ke dalam wadah hingga benar-benar merendam benda uji.
3. Ulangi langkah di atas hingga air cucian bersih dan wadah dikocok hingga kotoran pada benda uji hilang.
4. Setelah itu, semua bahan dimasukkan kembali ke dalam wadah dan ditempatkan di nampan dengan berat yang diketahui (W_2).
5. Benda uji kemudian dipanggang hingga tidak ada lagi bobot yang tersisa.
6. Timbang dan catat beratnya (W_3) setelah dikeringkan.
7. Kemudian tentukan berat bahan kering ($W_4 = W_3 - W_2$).

3.7.4 Berat Isi Agregat

Rumus perhitungan volume produksi campuran, kadar semen dan kadar udara dalam beton serta berat satuan campuran beton segar. Berikut adalah tata cara percobaan berat satuan agregat:

1. Mencatat berat balok kosong (W_1) adalah langkah pertama.
2. Benda uji kemudian dimasukkan dengan hati-hati menggunakan sekop dari ketinggian maksimum 5 cm di atas baloks sampai penuh, menghindari pemisahan butiran.
3. Permukaan benda uji kemudian diratakan dengan penggaris leveling.
4. Balok beserta isinya kemudian dicatat dan ditimbang (W_2).
5. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.7.5 Kadar Air Agregat

Langkah-langkah berikut dapat diambil untuk menentukan kadar air total agregat melalui pengeringan. Penentuan proporsi air yang dapat diuapkan melalui

pengeringan dari sampel agregat. Berikut ini adalah prosedur percobaan untuk menentukan kadar air total:

1. Catat berat talam kosong (W_1).
2. Setelah itu, benda uji ditimbang dan dicatat bobotnya (W_2) sebelum dimasukkan ke dalam tray.
3. Kemudian ditentukan berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
4. Spesimen kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ dengan tray hingga beratnya tetap.
5. Ditimbang setelah dikeringkan kemudian baik spesimen maupun berat baki (W_4) dicatat.
6. Berat spesimen kering kemudian dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.8 Pasir Pantai

Pasir pantai yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang digunakan dalam campuran beton. Dalam penelitian ini pasir pantai diperoleh dari daerah pantai cermin.

3.9 *SikaCim Concrete Additive*

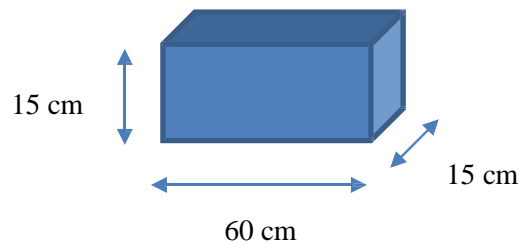
Dalam penelitian ini campuran kimia yang dikenal sebagai Sikacim concrete additive diperoleh dari Panglong sekitar kota Medan yang digunakan dalam campuran beton.

3.10 *Mix Design*

Ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen bahan pembentuk beton untuk menghasilkan campuran beton yang memenuhi kekuatan dan daya tahan yang diinginkan sekaligus dapat dikerjakan untuk memudahkan proses kerja.

3.11 Pembuatan Benda Uji

Benda uji ini berbentuk balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 dan berjumlah 21 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran dengan menggunakan Pasir Pantai dan *Sikacim Concrete Additive*.



Gambar 3.2 : Benda uji balok beton

1. Mempersiapkan keperluan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan uji.
2. Menimbang masing-masing bahan sesuai dengan yang telah di tentukan.
3. Menggunakan skrup dan kain lap, cetakan diterapkan dan vaseline diterapkan pada langkah-langkah selanjutnya.
4. Hidupkan mixer (mesin pengaduk).
5. Masukkan bahan dimulai dari air, agregat kasar, agregat halus, pasir pantai dan *sikacim concrete additive* dari yang terberat hingga yang terkecil.
6. Kemudian masukkan pasir pantai dan *sikacim concrete additive*.
7. Setelah itu masukkan air kedalam mesin pengaduk.
8. Memeriksa *slump flow* pada beton segar.
9. Masukkan campuran beton segar kedalam cetakan hingga penuh.
10. Ratakan permukaan pada cetakan dengan menggunakan sendok semen.
11. Mendingkan beton selama 24 jam sampai beton mencapai kapasitas maksimalnya/ mengeras dengan sempurna.
12. Setelah kering, buka cetakan beton dan rawat beton (curing) dengan memasukkan beton ke dalam bak perendam selama 28 hari.
13. Setelah direndam selama 28 hari, kemudian angkat beton dan keringkan.
14. Melakukan uji kuat lentur beton.

3.12 Pemeriksaan Slump Test

Berikut langkah – langkah dengan pengujian slump test:

1. Kerucut Abrams dan pelat berukuran 1 m x 1 m direndam.
2. Tempatkan kerucut Abrams terbalik di tengah piring di atas bidang datar.
3. Setelah mengisi kerucut Abrams ke atas dengan campuran beton, ratakan dengan potongan dan diamkan selama satu menit. Saat menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu penyebaran adukan, perlahan angkat kerucut Abrams ke atas.
4. Saat penyebaran adukan mencapai diameter 500 mm, hentikan stopwatch dan catat waktunya. Saat distribusi penyebaran berhenti, hentikan stopwatch dan catat waktunya.
5. Lebar campuran beton harus diukur secara vertikal dan horizontal dengan penggaris.
6. Tingkat kekentalan campuran dapat ditentukan dengan mengukur diameter distribusi, semakin besar diameternya maka semakin tipis campurannya.

3.13 Perawatan (*Curing*) Pada Benda Uji

Pedoman dalam SNI 2493:2011 menjadi landasan prosedur curing yang diterapkan pada benda uji dalam penelitian ini. Benda uji direndam dalam bak perendaman berisi air selama prosedur ini. Benda uji direndam setelah mencapai (28 hari). Proses perendaman benda uji ini terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Keluarkan benda uji dari cetakan.
2. Pastikan benda uji benar-benar kering.
3. Air bersih dari Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ditambahkan ke dalam bak perendaman.
4. Tempatkan benda uji dengan hati-hati ke dalam bak perendaman.
5. Setelah direndam selama 27 hari, keluarkan benda uji pada hari ke 28.
6. Benda uji harus ditimbang setelah kering.

3.14 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur ini menggunakan (SNI 4431:2011). Pengujian kuat lentur dua titik pembebanan ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat lentur dengan metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur pada beton tersebut. Setelah itu benda uji diletakkan ke arah memanjang di atas tumpuan alat penguji, kemudian beban diatur untuk menghindarinya terjadi kebenturan. Kemudian benda uji yang sudah di uji dihitung lebar dan tinggi patahan dari tumpuan. Setelah itu menghitung nilai kuat lentur yang didapatkan pada posisi patahannya tersebut.

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Hasil penelitian yang di peroleh dari pengamatan sesuai dengan metodologi penelitian dan pembahasan. Hasil analisis dilakukan pada penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal yang menjadi refrensi dalam melakukan penelitian. Pada bab ini juga ditampilkan hasil kuat lentur dengan variasi beton normal dan beton yang menggunakan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dengan persentase 30%, 50%, dan 70% serta bahan tambah berupa *sikacim concrete additive* sebanyak 0,8%.

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada pemeriksaan agregat, baik agregat halus maupun kasar dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

4.3 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, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.3.1 Pengujian Analisa Saringan

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

Tabel 4.1 : Hasil pengujian anilisa agregat halus

Saringan	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	
4,75 mm (No, 4)	9	9	1,8	98,2	
2,36 mm (No, 8)	20	29	5,8	94,2	
1,18 mm (No, 16)	34	63	12,6	87,4	
0,6 mm (No, 30)	40	103	20,6	79,4	
0,3 mm (No, 50)	385	488	97,6	2,4	
0,15 mm (No, 100)	6	494	98,8	1,2	
0,075 mm (No, 200)	4	498	99,6	0,4	
Pan	2	500	100	0	
Total	500	-	237	-	

Berdasarkan tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{237}{100} \\
 &= 2,37
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 2,37. Nilai ini memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM C.33-97 yaitu 2,3-3,1.

4.3.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 : Hasil pengujian kadar air agregat halus

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1876 gr	1978 gr
Massa wadah	495 gr	483 gr
Massa benda uji (W ₁)	1381 gr	1495 gr

Tabel 4.2 : *Lanjutan*

Massa wadah + benda uji	1801 gr	1894 gr
Massa wadah	495 gr	483 gr
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	1306 gr	1411 gr
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	5,74%	5,95%
Kadar air total (P) rata-rata	5,85%	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 5,74% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 5,95%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 5,85%.

4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1970:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 : Hasil pengujian berat jenis 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	488	491	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672	672	Gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan	C	1003	1011	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B+S-C}$	2,89	3,05	2,97
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{B+S-C}$	2,96	3,11	3,03

Tabel 4.3 : Lanjutan

Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{B+A-C}$	3,11	3,23	3,17
Penyerapan air (A_w)	$\frac{S-A}{A} \times 100\%$	2,46	1,83	2,15

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,92 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,11 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 3,03 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 2,46% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,83%, sehingga rata-rata penyerapan air (S_w) rata-rata 2,15%.

4.3.4 Berat Isi Agregat

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973-2008). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 : Hasil perhitungan berat isi agregat halus

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5060	5301	6187	Gram
Berat wadah	2	1764	1764	1764	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	3286	3537	4423	Gram
Berat isi	4/3	0,99	1,07	1,33	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi		1,13			Gram/cm ³
		1130,53			Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 0,99 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,07 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,33 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,13 gr/cm³.

4.3.5 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	1980	2468	Gram
Berat wadah	W_2	434	434	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_3	1943	2421	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_3)	$W_1 - W_2$	1546	2034	1790,00
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	1509	1987	1748,00
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	37	47	42,00
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6 - W_3}{A} \times 100\%$	2,39	2,31	2,35

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,39% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 2,31%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,35%.

4.4 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, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.4.1 Pengujian Analisa Saringan

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

Tabel 4.6 : Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar

Saringan mm(inci)	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)			0,00	100	
19,1 mm (3/4 inci)	3848	3848	76,96	23,04	
12,7 mm (1/2 inci)	1144	4992	99,84	0,16	
9,52 mm (3/8 inci)	6	4998	99,96	0,04	
4,75 mm (No.4)	-	-	100,00	0	
2,36 mm (No.8)	-	-	100,00	0	
1,18 mm (No.16)	-	-	100,00	0	
0,6 mm (No.30)	-	-	100,00	0	
0,3 mm (No.50)	-	-	100,00	0	
0,15 mm (No.100)	-	-	100,00	0	
0,075 mm (No.200)	-	-	100,00	0	
Pan	2	5000	100,00	0	
Total	5000	-	877	8,77	

Berdasarkan tabel 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{877}{100} \\
 &= 8,77
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil Modulus Kehalusan sebesar 8,77. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan ASTM C.33-97, yaitu 6-7 sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.4.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 : Hasil pengujian kadar air agregat kasar

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	3495	3795
Massa wadah	495	483
Massa benda uji (W_1)	3000	3312
Massa wadah + benda uji	3488	3782
Massa wadah	495	483
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	2993	3299
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	0.2	0.4
Kadar air total (P) rata-rata	0.31	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,2% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,4%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,31%.

4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan

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 4.8 : Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3877	3967	Gram
Berat benda uji Kering permukaan di udara	B	3888	3976	Gram
Berat benda uji di dalam air	c	2140	2210	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B-C}$	2,22	2,25	2,23

Tabel 4.8 : Lanjutan

Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{B-C}$	2,22	2,25	2,24
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{A-C}$	2,23	2,26	2,24
Penyerapan air (S_w)	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,28	0,23	0,2

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,22 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 2,25 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,24 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 0,28% sedangkan pengujian kedua sebesar 0,23%, sehingga rata-rata penyerapan air (S_w) rata-rata 0,2%.

4.4.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 1973 2008). 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	5963	6567	6373	Gram
Berat wadah	2	1764	1764	1764	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4199	4803	4609	Gram
Berat isi	4/3	1,27	1,45	1,39	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi		1,37			Gram/cm ³
		1368,28			Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 1,35 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,41 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,78 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,41 gr/cm³.

4.4.5 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 $3/4$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W_1	2994	2997	Gram
Berat wadah	W_2	494	494	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_4	2977	2982	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_3)	$W_1 - W_2$	2500	2503	2501,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	2483	2488	2485,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	17	15	16,00
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6 - W_3}{A} \times 100\%$	0,68	0,60	0,64

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,68% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,60%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,64%.

4.5 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	1232 kg/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15

Tabel 4.11 : *Lanjutan*

Modulus kehalusan agregat halus	2,37
Berat jenis (ssd) agregat halus	3,03 gr/cm ³
Berat jenis (ssd) agregat kasar	2,24 gr/cm ³
Penyerapan air agregat halus	2,15%
Penyerapan air agregat kasar	0,26%

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 19 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 19 mm adalah 205 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	-
<u>≥175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.12 : *Lanjutan*

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 4.12.

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

5. Dari data yang diperoleh di langkah 3 dan langkah 4, banyaknya kadar semen adalah $205 / 0,61 = 336,07$ kg
6. Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 4.14. Untuk agregat halus dengan modulus kehalusan 2,40 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar $0,66 \text{ m}^3$ 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 $0,66 \times 1232 = 813,33$ 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

Tabel 4.15 : *Lanjutan*

37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Dari tabel 4.15, massa 1 m³ beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 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) : 205 kg
 Semen : 336,07 kg
Agregat kasar : 813,33 kg
 Jumlah : 1354,40 kg

Maka, berat (massa) agregat halus : 2345 – 1354,40 = 990,60 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:

Volume air	= 205 / 1000	= 0,205 m ³
Volume padat semen	= 336,07 / (3,15 × 1000)	= 0,107 m ³
Volume absolut agregat kasar	= 813,33 / (2,24 × 1000)	= 0,363 m ³
Volume udara terperangkap	= 1% × 1	= 0,010 m ³
<hr/>		
Jumlah volume padat bahan	= 0,685 m ³	

selain agregat halus

Volume agregat halus dibutuhkan = 1 - 0,685 = 0,315 m³
 Berat agregat halus kering yang dibutuhkan = 0,315 × 3,03 × 1000³
 = 954,70kg

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)	205	205
Semen	336.07	336.07
Agregat kasar (kering)	813.33	813.33
Agregat halus (kering)	954.70	954,70

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 0,35% pada agregat kasar dan 5,85% pada agregat halus. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi :

$$\text{Agregat kasar (basah)} = 813,33 \times (1 + 0,0035) = 816,18 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus (basah)} = 954,70 \times (1 + 0,0585) = 1010,53 \text{ kg}$$

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 $(0,35 - 0,26) = 0,09\%$; dari agregat halus $(5,85 - 2,15) = 3,70\%$. Dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan:

$$205 - (813,33 \times 0,09\%) - (954,70 \times 3,70\%) = 168,89 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4.17 : Hasil perbandingan bahan campuran beton

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
336,07	1048,53	816,18	167,56
1	3,12	2,43	0,50

Maka jumlah yang dibutuhkan adalah $W_c = 2368,33$ kg

4.6 Kebutuhan Bahan

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

Panjang balok = 60 cm = 0,60 m

Lebar balok = 15 cm = 0,15 m

Tinggi balok = 15 cm = 0,15 m

Volume balok = $p \times l \times t$
 $= 0,60 \times 0,15 \times 0,15$
 $= 0,0135 \text{ m}^3$

Kebutuhan bahan pada setiap variasi dapat dilihat pada tabel 4.18 dibawah ini untuk 3 benda uji

Tabel 4.18 : Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran

No	Kode Benda Uji	Semen + <i>Sikacim Concrete Additive</i>		Agregat Halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	<i>Sikacim Concrete Additive</i> (kg)	Pasir Sungai (kg)	Pasir Pantai (kg)		
1	BTN	100% 13,61	-	100% 42,47	-	100% 33,06	100% 6,79
2	BTPP 30%	100% 13,61	-	70% 29,73	30% 12,74	100% 33,06	100% 6,79
3	BTPP 50%	100% 13,61	-	50% 21,23	50% 21,23	100% 33,06	100% 6,79
4	BTPP 70%	100% 13,61	-	30% 12,74	70% 29,73	100% 33,06	100% 6,79
5	BTPP S 30%	100% 13,61	0,8% 0,11	70% 29,73	30% 12,74	100% 33,06	100% 6,79
6	BTPP S 50%	100% 13,61	0,8% 0,11	50% 21,23	50% 21,23	100% 33,06	100% 6,79

Tabel 4.18 : *Lanjutan*

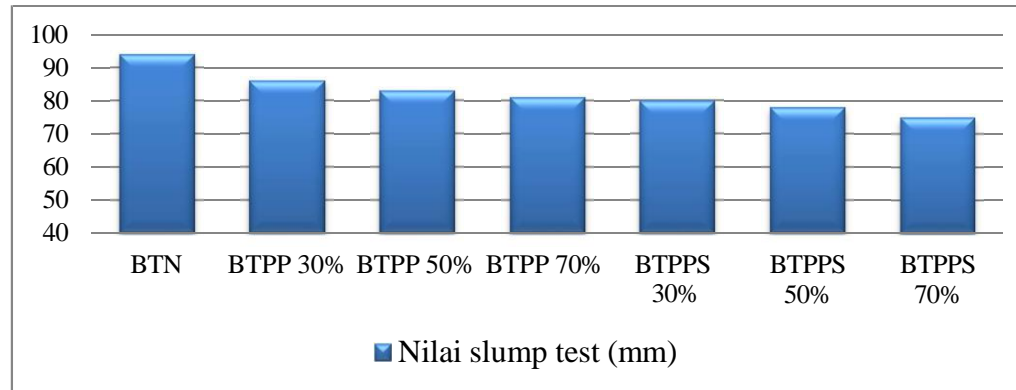
7	BTPP S 70%	100% 13,61	0,8% 0,11	30% 12,74	70% 29,73	100% 33,06	100% 6,79
Total		95,27	0,33	169,87	127,40	231,42	47,53

4.7 SLUMP TEST

Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan/rojokan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari slump.

Tabel 4.19 : Nilai *slump test*

Jenis Beton	Nilai Slump (mm)
BTN	94
BTPP 30%	86
BTPP 50%	83
BTPP 70%	81
BTPPS 30%	80
BTPPS 50%	78
BTPPS 70%	75



Gambar 4.1 : Grafik nilai slump

4.8 Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dua titik pembebanan ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat lentur dengan metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur pada beton tersebut.

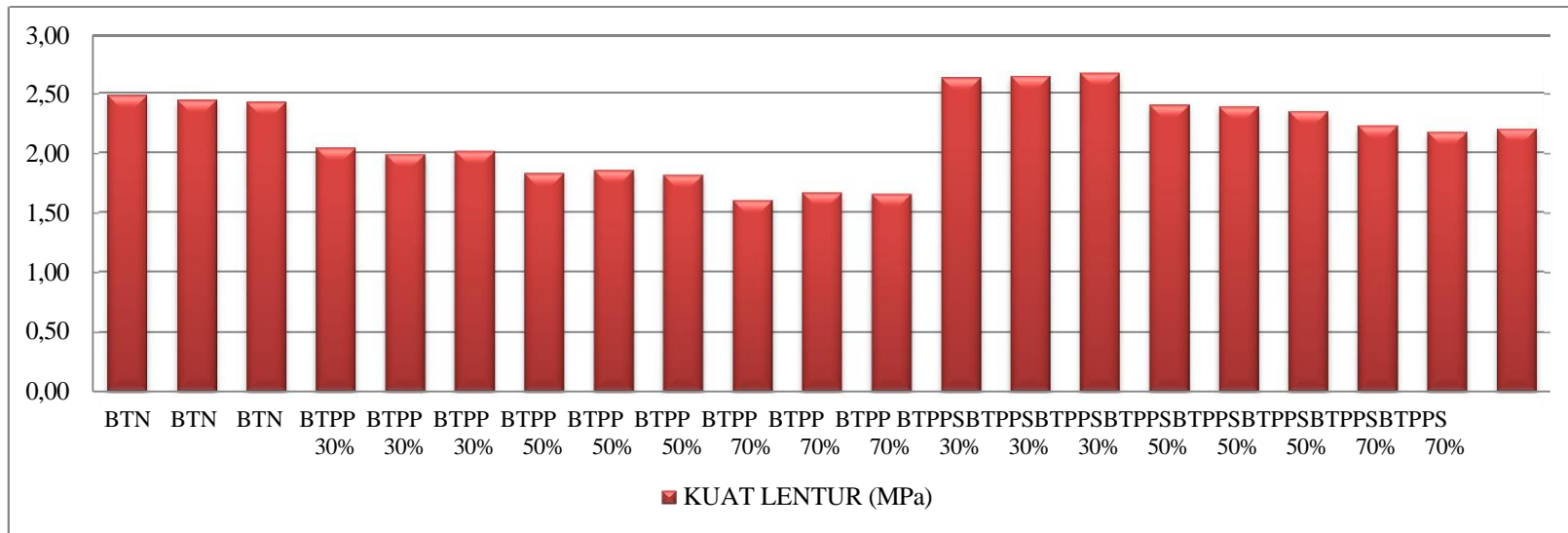
Tabel 4.20 : Nilai kuat lentur

No	Kode	Umur	Ukuran Benda Uji (Mm)			Beban Tekan Aktual (N)	Bentang Perletakan L (Cm)	Kuat Lentur (Mpa)	Kuat Lentur Rata - rata (Mpa)
			L	B	H				
1	BTN	28	600	150	150	18600,00	450,00	2,48	2,45
2	BTN	28	600	150	150	18300,00	450,00	2,44	
3	BTN	28	600	150	150	18200,00	450,00	2,43	

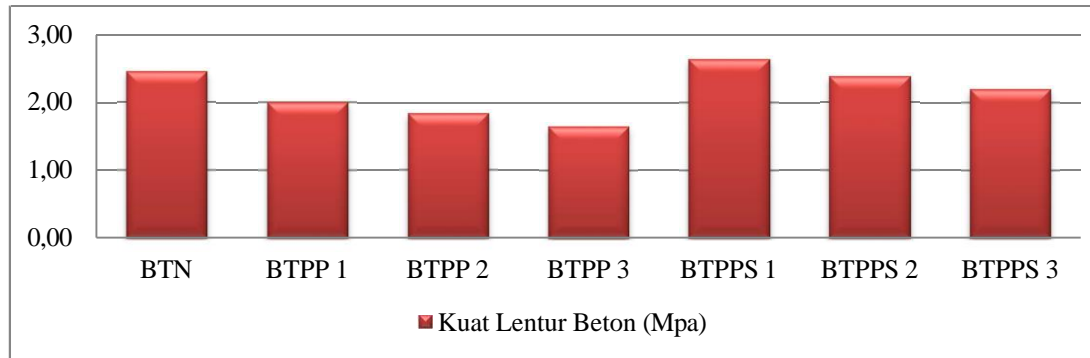
Tabel 4.20 : *Lanjutan*

4	BTPP 30%	28	600	150	150	15300,00	450,00	2,04	2,01
5	BTPP 30%	28	600	150	150	14900,00	450,00	1,99	
6	BTPP 30%	28	600	150	150	15100,00	450,00	2,01	
7	BTPP 50%	28	600	150	150	13700,00	450,00	1,83	1,83
8	BTPP 50%	28	600	150	150	13900,00	450,00	1,85	
9	BTPP 50%	28	600	150	150	13600,00	450,00	1,81	
10	BTPP 70%	28	600	150	150	12000,00	450,00	1,60	1,64
11	BTPP 70%	28	600	150	150	12500,00	450,00	1,67	
12	BTPP 70%	28	600	150	150	12400,00	450,00	1,65	
13	BTPPS 30%	28	600	150	150	19700,00	450,00	2,63	2,64
14	BTPPS 30%	28	600	150	150	19800,00	450,00	2,64	
15	BTPPS 30%	28	600	150	150	20000,00	450,00	2,67	
16	BTPPS 50%	28	600	150	150	18000,00	450,00	2,40	2,38
17	BTPPS 50%	28	600	150	150	17900,00	450,00	2,39	
18	BTPPS 50%	28	600	150	150	17600,00	450,00	2,35	
19	BTPPS 70%	28	600	150	150	16700,00	450,00	2,23	2,20
20	BTPPS 70%	28	600	150	150	16300,00	450,00	2,17	
21	BTPPS 70%	28	600	150	150	16500,00	450,00	2,20	

Dari data yang diperoleh pada tabel diatas, didapatkan nilai kuat lentur dan nilai kuat lentur rata-rata dalam bentuk diagram berikut :



Gambar 4.2 : Grafik nilai kuat lentur



Gambar 4.3 : Grafik nilai rata-rata kuat lentur

Berdasarkan data yang diperoleh dari gambar di atas, maka dapat dilihat terdapat dua nilai yang signifikan yaitu beton dengan variasi BTPP 70% yang mengalami penurunan sebesar 33%, dan beton dengan variasi BTPPS 30% yang mengalami kenaikan sebesar 8%.

4.9 Analisis Biaya

Berdasarkan perhitungan rancang campur yang dilakukan dengan metode SNI 7656-2012, diperoleh proporsi campuran beton untuk 21 benda uji balok yang berukuran 15 x 15 x 60 cm adalah sebagai berikut :

Tabel 4.21 : Analisis biaya beton normal

Beton Normal			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	42,47 kg	Rp 350/kg	Rp 14.864
Total			Rp 40.822

Tabel 4.22 : Analisis biaya BTPP 30%

BTPP 30%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	29,73 kg	Rp 350/kg	Rp 10.405
Pasir Pantai	12,74 kg	Rp 50/kg	Rp 637
Total			Total = Rp 37.000

Tabel 4.23 : Analisis biaya BTPP 50%

BTPP 50%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693

Tabel 4.23 Lanjutan

Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	21,23 kg	Rp 350/kg	Rp 7.430
Pasir Pantai	21,23 kg	Rp 50/kg	Rp 1.062
			Total = Rp 34.450

Tabel 4.24 : Analisis biaya BTTP 70%

BTTP 70%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	12,74 kg	Rp 350/kg	Rp 4.459
Pasir Pantai	29,73 kg	Rp 50/kg	Rp 1.486
			Total = Rp 31.903

Tabel 4.25 : Analisis biaya BTPPS 30%

BTPPS 30%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	29,73 kg	Rp 350/kg	Rp 10.405
Pasir Pantai	12,74 kg	Rp 50/kg	Rp 637
<i>Sikacim Concrete Additive</i>	0,11 kg	Rp 55.000/900ml	Rp 7.000
			Total = Rp 44.000

Tabel 4.26 : Analisis biaya BTPPS 50%

BTPPS 50%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	21,23 kg	Rp 350/kg	Rp 7.430,5
Pasir Pantai	21,23 kg	Rp 50/kg	Rp 1.062,5
<i>Sikacim Concrete Additive</i>	0,11 kg	Rp 55.000/900ml	Rp 7.000
			Total = Rp 41.450

Tabel 4.27 : Analisis biaya BTPPS 70%

BTPPS 70%			
Material	Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)	Biaya	Biaya Material Yang Dibutuhkan (3 Benda Uji)
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
Air	6,84 kg	0	0
Agregat Kasar	33,06 kg	Rp 250/kg	Rp 8.265
Agregat Halus	12,74 kg	Rp 350/kg	Rp 4.459
Pasir Pantai	29,73 kg	Rp 50/kg	Rp 1.486
<i>Sikacim Concrete Additive</i>	0,11 kg	Rp 55.000/900ml	Rp 7.000
			Total = Rp 38.903

Berdasarkan tabel diatas dapat, variasi BTPPS 30% merupakan beton yang paling efisien dari segi harga dan kualitas dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini disebabkan pada variasi BTPPS 30%, mengandung sika sebanyak 0,8% yang dapat meningkatkan kualitas beton dan memiliki persentase pencampuran dengan pasir pantai yang paling rendah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemakaian pasir pantai dengan variasi 30%,50% dan 70% dapat mempengaruhi nilai kuat lentur pada beton. Semakin besar persentase pasir pantai yang digunakan maka semakin kecil pula nilai kuat lentur yang di dapat.
2. Perbandingan antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran pasir pantai tanpa bahan tambah pada variasi BTTP 30% 1:0,82, BTTP 50% 1:0,75, dan BTTP 70% adalah 1:0,67. Perbandingan beton normal dengan beton yang menggunakan campuran pasir pantai serta bahan tambah berupa *Sikacim Concrete Additive* pada variasi BTPPS 30% 1:1,08, pada BTPPS 50% 1:0,97, dan pada BTPPS 70% adalah 1:0,90.
3. Beton dengan variasi BTPPS 30% merupakan variasi yang lebih efisien dari segi harga dan juga kualitasnya dibandingkan dengan beton normal dan beton variasi lainnya. Hal ini dikarenakan harga pasir pantai yang lebih ekonomis dibandingkan dengan pasir sungai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hal yang dapat disarankan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan ketelitian dalam proses pemadatan setiap sampel agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.
2. Perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk uji kuat lentur beton dengan campuran pasir pantai dan bahan tambah *Sikacim Concrete Additive*.
3. Dan perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh campuran pasir pantai pada beton terhadap zat additive yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ala, P., & Arruan, H. (2019). *Kuat tekan dan lentur beton menggunakan pasir silika dengan bahan tambah sikacim 1*. 2019, 56–66.
- Atmaja, S. H., & Irwansyah, M. (2021). *Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Bunga dan Pasir Sungai*. 1(1), 9–18. <http://jurnal.una.ac.id/index.php/batas>
- Basri, D. R., & Zaki, A. (2019). Pengaruh Limbah Plastik Botol (Leleh) Sebagai Material Tambah Terhadap Kuat Lentur Beton. *J. Rab Construction Research*, 4(2), 66–77.
- BSN. (1996). Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No 200 (0,075 mm). *Badan Standar Nasional Indonesia*, 200(200), 1–6.
- BSN. (2011). SNI 1971-2011 Cara Uji Kadar Air Total dengan Pengeringan. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.
- BSN. (2012). SNI ASTM C 136-2012 Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Candra, A. I., Gardjito, E., Cahyo, Y., & Prasetyo, G. A. (2019). *Limbah Rokok* (1). 1–8.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Fropil*, 3(1), 1–13. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1203>
- Fuad, I. S., Asmawi, B., & Hermawan. (2015). *PENGARUH PENGGUNAAN PASIR SUNGAI DENGAN PASIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR PADA MUTU BETON K-225 PENDAHULUAN Latar Belakang Indonesia sebagai negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80 . 000 km atau dua kali keliling bumi m*. 3(1), 31–39.
- Hamdi, S. (2019). Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat. *JURNAL DEFORMASI Volume 4-1, 4*, 31–44.
- Handayani, T. (2019). Memprediksi Kuat Lentur Berdasarkan Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 18(2), 197–211. <https://doi.org/10.35760/dk.2019.v18i2.2699>
- Hermawan, O. H. (2018). Pengaruh Perawatan Pada Kuat Tekan Beton. *Pengaruh Perawatan Pada Kuat Tekan Beton*, 16(1), 1–7. <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/1195/0>

- Hudori, M., Tandedi, M., Sentanu, A. T., Ferdinand, M. A., & Artikel, I. (2022). *KOTA BATAM*. 7(1), 96–103.
- Imran, I., & Yunus, M. (2017). Analisis Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Laut sebagai Agregat Halus pada Beberapa Quarry di Kabupaten Fakfak. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 4(1), 66. <https://doi.org/10.31963/intek.v4i1.96>
- Jamal, M., Widiastuti, M., & Anugrah, A. T. (2017). Pengaruh Penggunaan Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Agregat Kasar Bengalon dan Agregat Halus Pasir Mahakam. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV, November*, hal. 28-36.
- Koidah, N., & Setiawan, A. (2022). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Paciran Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 2(1), 8–17. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i1.3352>
- Kosakoy, M. N. M., Wallah, S. E., & Pandaleke, R. (2017). Perbandingan Nilai Kuat Tarik Langsung Dan Tidak Langsung Pada Beton Yang Menggunakan Fly Ash. *Jurnal Sipil Statik*, 5(7), 383–392.
- Mardani, A. H., Tjaronge, M. W., Sampebulu, V., & Djamaluddin, R. (2017). *Kuat Lentur Beton Berbahan Semen Portland*. 275–280.
- Muhammad, F. I., & Kusdian, R. D. (2021). *Pengaruh Penggunaan Produk Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton*. 3(1), 42–54.
- Olivia, M., & Indrawan, B. (Universitas R. (2013). *Menggunakan Agregat Halus Pasir Laut Dan Bahan Tambah Silica Fume*. 12(1), 7–11.
- Prasanti, P. P., & Saelan, P. (2019). Tinjauan Kembali Mengenai Batasan Gradasi Agregat Kasar dalam Campuran Beton. (Hal. 118-125). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(3), 118. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i3.118>
- Rini, Hani, S., & Laia, D. (2022). *All Fields of Science J-LAS Experimental Analysis of the use sorake sea sand and gomo river sand in concrete mixtures*. 2(2), 413–418. <https://j-las.lemkomindo.org/index.php/AFoSJ-LAS/index>
- Sakura, R., Suhaimi, & Haiqal, F. (2022). UNIVERSITAS ALMUSLIM ISSN 2407 - 8123 Volume 6 , No 2 , Juli 2022. *Analisa Penggunaan Pasir Laut Pada Campuran Beton Dengan Penambahan Sika Grout Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton*, 6(2), 39–54.
- Shandy, J. H. S. (2020). Karakteristik kuat tekan dan kuat lentur beton dengan

penambahan limbah sabut kelapa. *Jurnal Teknik*, 13(2), 75–85.

Siranga, M. M., Tonapa, S. R., & Phengkarsa, F. (2021). The Effect of Using White Sand As Material High Quality Concrete Mix. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(3), 49–61. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i3.284>

Siswanto, R., Suyoso, H., & Hayu, G. A. (2017). Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Agregat Halus dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 1(02), 192. <https://doi.org/10.19184/jrsl.v1i02.6895>

SNI 03-4804, 1998. (1998). Sni 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat ICS 91.100.20. *Badan Standar Nasional*, 1–6.

SNI 1970-2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. In *Badan Standar Nasional Indonesia*.

Suhendra, S. (2017). Kajian Hubungan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Civronlit Unbari*, 2(1), 38. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v2i1.15>

Suryani, A., Dewi, S. H., & Harmiyati. (2018). Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton The Correlation Of Bending Strenght And Compressive Strength of Concrete. *Jurnal Saintis*, 18(2), 43–54.

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*. 1–10.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Agregat kasar



Gambar L.2 : Agregat halus



Gambar L.3 : Pasir pantai



Gambar L.4 : Semen



Gambar L.5 : *Sikacim concrete additive*



Gambar L.6 : Proses pembuatan beton



Gambar L.7 : Pengujian *slump test*



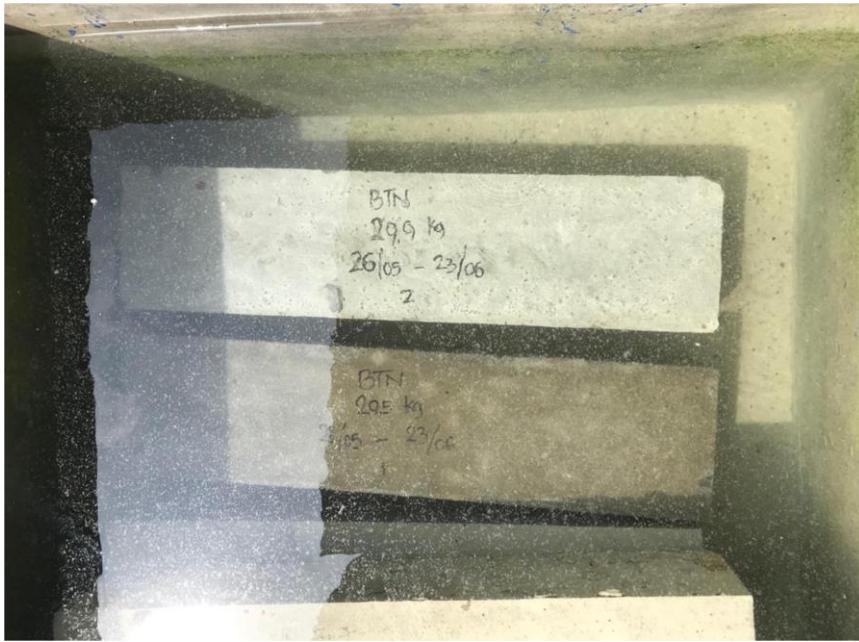
Gambar L.8 : Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting



Gambar L.9 : Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting



Gambar L.10 : Membuka bekisting



Gambar L.11 : Benda uji balok saat perendaman



Gambar L.12 : Benda uji balok ditimbang sebelum diuji



Gambar L.13 : Pengujian kuat lentur balok beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Alfi Syahri Faturrahman Sidabutar
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 April 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Marindal 1 Jl.Pantai Rambung Gg.Cakra 2
Nama Ayah : M Syafi'i Dabutar
Nama Ibu : Yuni Erina
HP : 082164901741
E-mail : alfis584@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210062
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD Swasta Rizky Ananda	2006-2012
Sekolah Menengah Pertama	MTs Negeri 1 Medan	2012-2015
Sekolah Menengah Atas	SMA Negeri 13 Medan	2015-2018