

TUGAS AKHIR

**Pemeriksaan Modulus Elastisitas Pada Beton Silinder
Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Bahan Pengganti
Agregat Halus Dan *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:

MUHAMMAD IZHAR
1907210070



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Izhar
NPM : 1907210070
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pemeriksaan Modulus Elastisitas Pada Beton Silinder
Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Bahan Pengganti
Agregat Halus Dan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai
Bahan Tambah (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Izhar

NPM : 1907210070

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pemeriksaan Modulus Elastisitas Pada Beton Silinder Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah (Studi Penelitian)

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

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



Dr. Vetra Fenny Riza

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 : Muhammad Izhar
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 21 April 2001
NPM : 1907210070
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Pemeriksaan Modulus Elastisitas Pada Beton Silinder Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dan *Sikacim Concrete Additive* Sebagai Bahan Tambah (Studi Penelitian).” Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik. Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan saya.

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

Medan,

Saya yang menyatakan:


Muhammad Izhar

ABSTRAK

PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON SILINDER DENGAN CAMPURAN PASIR PANTAI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS DAN *SIKACIM CONCRETE ADDITIVE* SEBAGAI BAHAN TAMBAH (Studi Penelitian)

Muhammad Izhar

1907210070

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

Pasir pantai berbentuk halus dan bulat. Pasir pantai memiliki kandungan garam yang tinggi oleh sebab itu pasir ini termasuk jenis pasir yang tidak bagus untuk beton. Garam ini menyebabkan pasir tetap sedikit basah dan volumenya bertambah karena kemampuannya menyerap air dari udara. Namun pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa masyarakat pesisir pantai telah menggunakan pasir pantai dalam beton untuk membangun rumah atau bangunan lainnya. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi bagaimana pengaruh pasir pantai terhadap kualitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pasir pantai sebagai agregat halus dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah terhadap nilai modulus elastisitas beton. Variasi yang ada pada penelitian ini adalah BTN, BTPP (30%, 50%, 70%), dan BTPPS (30%, 50%, 70%). *Sikacim Concrete Additive* yang digunakan sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel yang dipakai berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 21 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengaruh pasir pantai terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas pada benda uji silinder memiliki nilai yang rendah. Hal ini disebabkan karena pasir pantai memiliki kandungan garam-garaman yang tidak baik untuk beton. Tetapi pada variasi beton pasir pantai yang memakai bahan tambah kimia *Sikacim Concrete Additive*, nilai kuat tekan dan modulus elastisitas mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan *Sikacim Concrete Additive* yang dapat meningkatkan kualitas beton.

Kata Kunci: Pasir Pantai, *Sikacim Concrete Additive*, Modulus Elastisitas Beton

ABSTRACT

EXAMINATION OF THE MODULUS OF ELASTICITY IN CYLINDRICAL CONCRETE WITH A MIXTURE OF BEACH SAND AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE AND SIKACIM CONCRETE ADDITIVE AS AN ADDITIVE (RESEARCH STUDY)

Muhammad Izhar

1907210070

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

Beach sand is fine and round. Beach sand has a high salt content which is why it is not a good type of sand for concrete. This salt causes the sand to remain slightly wet and increase in volume due to its ability to absorb water from the air. However, observations in the field show that coastal communities have used beach sand in concrete to build houses or other buildings. Therefore, it is necessary to conduct further research on how the influence of beach sand on the quality of concrete. This study aims to determine how the effect of beach sand as fine aggregate and Sikacim Concrete Additive as an additive on the modulus of elasticity of concrete. The variations in this study are BTN, BTPP (30%, 50%, 70%), and BTPPS (30%, 50%, 70%). Sikacim Concrete Additive used was 0.8% by weight of cement. Samples used in the form of cylinders with a size of 15 cm x 30 cm as many as 21 test objects. Tests were conducted after the concrete was 28 days old. Based on the research that has been done, the effect of beach sand on compressive strength and modulus of elasticity in cylindrical specimens has a low value. This is because beach sand contains salts that are not good for concrete. But in the variation of beach sand concrete that uses Sikacim Concrete Additive chemical additives, the value of compressive strength and modulus of elasticity has increased. This is because Sikacim Concrete Additive can improve the quality of concrete.

Kata Kunci: Pasir Pantai, Sikacim Concrete Additive, Modulus Elasticity

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pemeriksaan Modulus Elastisitas Pada Beton Silinder Dengan Campuran Pasir Pantai Sebagai Pengganti Agregat Halus Dan *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 yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih 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 selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Ibu Dr. Vetra Fenny Riza, selaku Dosen Pembimbing I yang telah 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 Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., 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 Teknik Sipil kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Anhar dan Ibunda tercinta Lismaini 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.

Tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan,
Saya yang menyatakan:

Muhammad Izhar

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pasir Pantai	5
2.2 <i>Sikacim Concrete Additive</i>	6
2.3 Kuat Tekan Beton	7
2.4 Modulus Elastisitas Beton	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Metode Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat	13
3.2.2 Bahan	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.5 Persiapan Penelitian	16

3.6	Pemeriksaan Agregat	16
3.6.1	Analisa Saringan	17
3.6.2	Kadar Air	17
3.6.3	Berat Jenis Agregat Halus dan Penyerapannya	18
3.6.4	Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapannya	20
3.6.5	Berat Isi Agregat	21
3.6.6	Kadar Lumpur Agregat	22
3.7	Pasir Pantai	23
3.8	<i>Sikacim Concrete Additive</i>	23
3.9	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	23
3.10	Pembuatan Benda Uji	24
3.11	<i>Slump Test</i>	25
3.12	Perendaman Benda Uji	26
3.13	Pengujian Kuat Tekan Beton	27
3.14	Pengujian Modulus Elastisitas	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Tinjauan Umum	28
4.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	28
4.2.1	Analisa Saringan Agregat Kasar	28
4.2.2	Kadar Air Agregat Kasar	29
4.2.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	30
4.2.4	Berat Isi Agregat Kasar	31
4.2.5	Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
4.3	Pemeriksaan Agregat Halus	32
4.3.1	Analisa Saringan Agregat Halus	32
4.3.2	Kadar Air Agregat Halus	33
4.3.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
4.3.4	Berat Isi Agregat Halus	35
4.3.5	Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.4	Perencanaan Campuran Beton	36
4.5	Kebutuhan Beton	41
4.6	<i>Slump Test</i>	42

4.7	Kuat Tekan Beton	44
4.8	Modulus Elastisitas	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian terdahulu pasir pantai	5
Tabel 2.2	Penelitian terdahulu <i>sikacim concrete additive</i>	6
Tabel 2.3	Penelitian terdahulu kuat tekan beton	8
Tabel 2.4	Penelitian terdahulu modulus elastisitas beton	10
Tabel 3.1	Rumus menghitung berat jenis agregat halus	18
Tabel 3.2	Rumus menghitung berat jenis agregat kasar	20
Tabel 3.3	Variasi campuran beton	24
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	28
Tabel 4.2	Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	29
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar	30
Tabel 4.4	Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	31
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar	31
Tabel 4.6	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus	32
Tabel 4.7	Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	33
Tabel 4.8	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	34
Tabel 4.9	Berat isi agregat halus	35
Tabel 4.10	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	35
Tabel 4.11	Data-data yang akan digunakan	36
Tabel 4.12	Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai <i>slump</i> dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	37
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	39
Tabel 4.16	Perbandingan campuran beton dengan dua cara	39
Tabel 4.17	Hasil perbandingan bahan campuran beton	41
Tabel 4.18	Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	41
Tabel 4.19	<i>Slump Test</i>	42
Tabel 4.20	Hasil pengujian kuat tekan beton	44
Tabel 4.21	Hasil pengujian modulus elastisitas	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kuat tekan beton	8
Gambar 2.2	Modulus elastisitas beton	9
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	12
Gambar 3.2	Benda uji silinder	25
Gambar 4.1	Diagram batang nilai <i>slump</i>	42
Gambar 4.2	Diagram batang kuat tekan beton	44
Gambar 4.3	Diagram batang kuat tekan rata-rata	46
Gambar 4.4	Diagram batang modulus elastisitas	47
Gambar L.1	Agregat kasar	52
Gambar L.2	Agregat halus	52
Gambar L.3	Pasir pantai	53
Gambar L.4	Semen	53
Gambar L.5	<i>Sikacim Concrete Additive</i>	54
Gambar L.6	Proses pembuatan beton	54
Gambar L.7	Pengujian <i>slump test</i>	55
Gambar L.8	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	55
Gambar L.9	Benda uji saat perendaman	56
Gambar L.10	Benda uji ditimbang sebelum diuji	56
Gambar L.11	Pengujian modulus elastisitas beton	57

DAFTAR NOTASI

f_c'	= Kuat tekan beton	(MPa)
P	= Beban	(N)
A	= Luas penampang	(mm ²)
E_c	= Modulus elastisitas	(MPa)
W_c	= Berat volume beton	(kg/m ³)
P	= Kadar air benda uji	(%)
w_1	= Massa benda uji	(gr)
w_2	= Massa benda uji kering oven	(gr)
A	= Berat benda uji kering oven	(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)
w_3	= Berat ontok	(gr)
w_2	= Berat wadah	(gr)
w_1	= Berat contoh dan wadah	(gr)
V	= Volume wadah	(cm ³)
FM	= Modulus kehalusan	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna. Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

Menurut SNI 03-2834-2000 beton didefinisikan sebagai campuran semen Portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus, dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan di bidang Teknik Sipil seperti bangunan gedung, jembatan dan lain lain. Secara umum, pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*), yang pada umumnya dipadukan pada baja (*composite*) atau jenis lainnya (Elisabeth, Lukar, Pandaleke, Wallah, et al., 2020).

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Beton merupakan campuran dari material pembentuk beton yang terdiri dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan semen serta air sebagai katalis untuk mereaksikan campuran tersebut. Beton pada dasarnya memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya memiliki modulus elastisitas yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang serta mudah mendapatkan bahan penyusunannya (Modulus et al., 2022).

Penggunaan beton dalam bidang konstruksi sangat sering ditemui. Dewasa ini karena beton memiliki banyak manfaat untuk suatu struktur. Konstruksi yang baik dapat dilihat dari mutu dan kualitas beton yang digunakan. Beton sendiri digunakan

untuk pekerjaan bangunan seperti lantai, kolom dan balok, pekerjaan jembatan, bendungan, hingga konstruksi pada jalan. Karena beton memiliki banyak fungsi inilah maka dalam proses pelaksanaan pembuatannya perlu diperhatikan berbagai macam hal, mulai dari perencanaan campuran beton itu sendiri hingga proses pelaksanaan dan perawatannya (Fujiанти et al., 2022).

Salah satu untuk meningkatkan kualitas campuran beton adalah menggunakan zat tambahan (*admixture*). Bahan tambah tersebut dapat mempengaruhi sifat-sifat beton dan pasta semen sehingga dapat mempercepat proses ikatan campuran beton dan meningkatkan kekuatan beton. Sesuai dengan perkembangan zaman, kebutuhan material beton dengan kualitas yang lebih baik untuk rancangan bangunan yang semakin tinggi dan bentang yang semakin panjang memerlukan struktur yang kuat dan efisien. Penggunaan *admixture* menjadi salah satu pilihan yang dapat dengan mudah diaplikasikan pada setiap pembangunan, dengan produk-produk *admixture* yang sudah banyak di jual di pasaran (Prakaryuda et al., 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana pengaruh pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap modulus elastisitas beton pada benda uji silinder?
2. Bagaimana hasil perbandingan beton normal dan beton menggunakan campuran pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah?

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 perencanaan campuran beton menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini berfokus pada uji modulus elastisitas beton.
4. Semen yang digunakan adalah Semen *Portland* tipe I dengan merek padang.

5. Agregat kasar dan air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sedangkan agregat halus yang dipakai berasal dari pasir Pantai Cermin dan pasir sungai di Binjai.
6. Persentase pasir pantai yang digunakan pada penelitian ini adalah 30%, 50%, dan 70% dari agregat halus yang digunakan dan benda uji masing-masing variasi sebanyak 3 (tiga) buah.
7. Persentase *Sikacim Concrete Additive* yang digunakan dalam penelitian adalah 0,8% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
8. Kuat tekan rencana (f_c') yang digunakan adalah 25 MPa.
9. Jumlah seluruh benda uji adalah 21 buah.
10. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
11. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap Modulus Elastisitas beton pada benda uji silinder.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan beton normal dan beton menggunakan campuran pasir pantai dan *Sikacim Concrete additive* sebagai bahan tambah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dengan memberikan informasi bahwa pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dapat memberikan peningkatan kualitas beton dan menjadi bukti bahwa penggunaan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus karena cara mendapatkannya mudah dan juga ekonomis.

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

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Pantai

Pasir laut dalam agregat halus tersebut sebagai alternative bahan pengisi beton. Pengamatan dilapangan telah menunjukkan bahwa masyarakat pesisir pantai telah menggunakan pasir pantai dalam beton untuk membangun rumah atau bangunan lainnya (Nuril et al., 2022).

Pasir pantai memiliki bentuk yang halus dan bulat. Pasir pantai memiliki kandungan garam yang tinggi, oleh sebab itu pasir ini termasuk jenis pasir yang tidak bagus untuk beton. Saat digunakan pada bangunan, garam ini menyebabkan pasir tetap sedikit basah dan volumenya bertambah karena kemampuannya menyerap air dari udara.

Pasir pantai bisa digunakan sebagai komponen struktural beton jika :

1. Karakteristik butiran pasir pantai distabilisasi sehingga kandungan garamnya bisa tereduksi.
2. Kandungan garam pada pasir pantai tidak melebihi batas maksimumnya.

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu pasir pantai

No.	Penulis	Judul Jurnal	Hasil Pengujian
1	(Tata et al., 2018)	Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton	- Penggunaan pasir pantai sebagai bahan campuran agregat halus dari masing-masing sumber yang berbeda seperti: pasir pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto. Pasir pantai Loto cukup baik digunakan sebagai campuran agregat halus, karena kuat tekannya bernilai 22,84 MPa yang cukup dekat dengan mutu beton yang direncanakan yaitu $f_c' 25$ MPa

Tabel 2.1: *Lanjutan*

2	(Imran & Yunus, 2017)	Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat	Kuat tekan beton yang paling tinggi dari umur awal beton sampai akhir (3, 7 dan 28 hari) diperoleh dari penggunaan pasir laut jalan Baru/Reklamasi dengan nilai kuat tekan masing-masing sebesar 93.86 kg/cm ² (umur beton 3 hari), 130.57 kg/cm ² (umur beton 7 hari), dan 172.61 kg/cm ² (umur beton 28 hari).
---	-----------------------	---	---

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tata et al., 2018), dapat disimpulkan bahwa lokasi asal pasir pantai juga bisa mempengaruhi kualitas beton yang akan dihasilkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Imran & Yunus, 2017), dapat disimpulkan bahwa seiring bertambahnya umur beton maka semakin meningkat pula kualitas beton yang dihasilkan.

2.2 *Sikacim Concrete Additive*

Bahan kimia *Sikacim Concrete Additive*, apabila digunakan sebagai campuran adukan beton akan mempercepat pengerasan beton. Penggunaan *Sikacim Concrete Additive* dengan kadar 1% kuat tekan beton yang dihasilkan itu menurun, maka dari itu penggunaan *Sikacim Concrete Additive* ini disarankan kadarnya harus lebih besar dari 0,5% dan lebih kecil dari 1% dari berat semen (Mulyati & Adman, 2019).

Tabel 2.2: Penelitian terdahulu *Sikacim Concrete Additive*

No.	Penulis	Judul Jurnal	Hasil Pengujian
1	(Manajemen et al., 2022)	Analisis Pengaruh Penambahan <i>Sikacim Concrete Additive</i> Dan Kapur Pada Beton Normal	Nilai kuat tekan terbesar dihasilkan oleh variasi penambahan kapur 5% + <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,7% dengan persentase kenaikan sebesar 66,63% pada umur 3 hari. Pada variasi penambahan kapur 5%+ <i>Sikacim Concrete Additive</i> 0,5% menghasilkan kenaikan nilai kuat

Tabel 2.2: *Lanjutan*

			tekan pada umur 3 hari yaitu naik sebesar 30,57% dari beton normal. Sama halnya dengan variasi penambahan kapur 5%+ <i>sikacim concrete additive</i> 0,9% mengaami kenaikan kuat tekan pada umur 3 hari sebesar 36,96%.
2	(Jamal et al., 2017)	<i>Sikacim Concrete Additive</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon dan Agregat Halus Pasir Mahakam	Penambahan <i>sikacim</i> sebagai bahan tambah dapat memenuhi syarat kuat tekan beton K-250 (20,7 Mpa) dengan nilai tertinggi 23,78 Mpa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Manajemen et al., 2022) dan (Jamal et al., 2017), dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Sikacim Concrete Additive* dapat meningkatkan kualitas beton.

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya kemampuan beton dalam menerima beban maksimum sampai beton pecah atau mengalami kerusakan. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada beton berumur 28 hari (Setiawan et al., 2021).

Menurut SNI 1974:2011, persamaan untuk menghitung kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

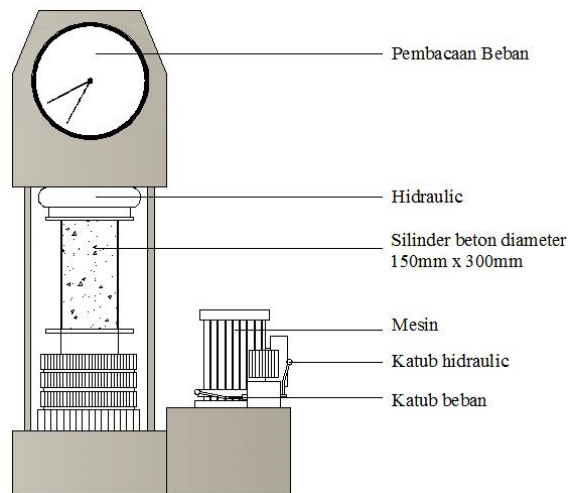
$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban (N)

A = Luas penampang (mm²)



Gambar 2.1: Kuat tekan beton

(Sumber: researchget.net)

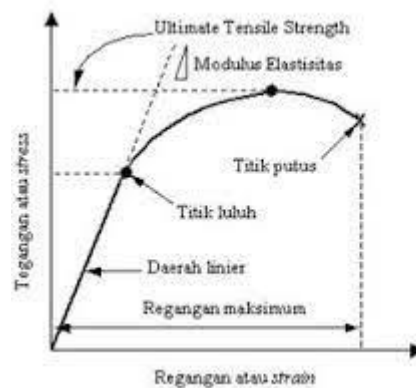
Tabel 2.3: Penelitian terdahulu kuat tekan beton

No.	Penulis	Judul Jurnal	Hasil Pengujian
1	(Angga, 2022)	Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawai dan Agregat Kasar Batu Pecah di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat	Hasil uji kuat tekan beton pada umur 7 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci rata - rata $114,0514\text{kg/cm}^2$ dan pasir pantai yang dicuci $153,9535\text{kg/cm}^2$. Sementara hasil pengujian pada umur 14 hari untuk bahan pasir pantai tanpa dicuci rata-rata $142,6046\text{ kg/cm}^2$ dan pasir pantai yang dicuci $209,8392\text{ kg/cm}^2$.
2	(Dwiyanti & Jati, 2019)	Kajian Eksperimental Agregat Halus Dari Desa Wolowa Baru Dan Agregat Kasar Dari Kelurahan Bugi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton	Kuat tekan beton material tidak dicuci pada umur 3 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $8,34\text{ MPa}$, umur 7 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $12,71\text{ MPa}$ dan umur 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $18,38\text{ MPa}$. Pada sampel beton campuran material dicuci, pada umur 3 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $10,23\text{ MPa}$, umur 7 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $13,25\text{ MPa}$ dan umur 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar $19,43\text{ MPa}$.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Angga, 2022) dan (Dwiyanti & Jati, 2019), material pasir pantai yang dicuci memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasir pantai yang tidak dicuci. Hal ini dikarenakan pencucian pasir pantai dapat menghilangkan kadar garam-garaman yang tidak baik untuk beton.

2.4 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas merupakan angka yang digunakan untuk mengukur objek atau ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada beton. Modulus elastisitas suatu benda didefinisikan sebagai kemiringan dari kurva tegangan-regangan di wilayah deformasi elastis (Prakaryuda et al., 2021). Kuat tekan biasanya didapat dari silinder beton dengan ratio tinggi dengan diameter adalah 2. Silinder beton diberi gaya longitudinal dengan laju tegangan yang rendah hingga mencapai tegangan maksimum dalam waktu 2-3 menit. Silinder beton standar untuk pengujian adalah dengan tinggi 30cm dan 15cm diameter. Kuat tekan diuji pada saat 28 hari.



Gambar: Tegangan Regangan beton

Menurut SNI 2847:2019, persamaan untuk menghitung modulus elastisitas beton adalah sebagai berikut.

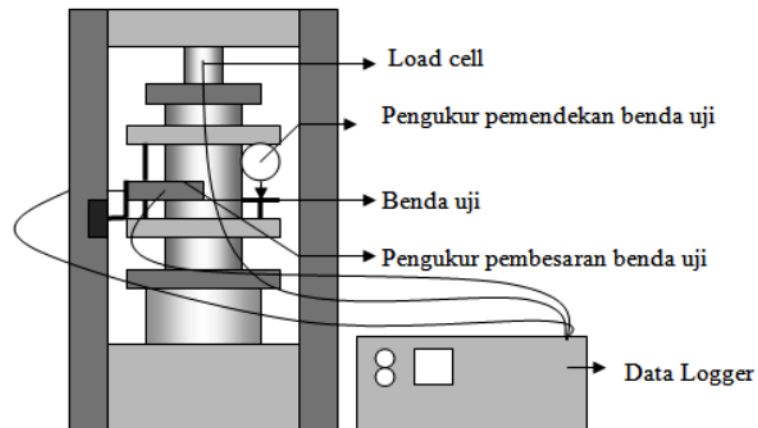
$$E_c = W_c^{1.5} 0,043 \sqrt{f_c'} \quad (2.2)$$

Dimana:

E_c = Modulus elastisitas (MPa)

W_c = Berat volume beton (kg/m^3)

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)



Gambar 2.2: Modulus elastisitas beton
(Sumber: reserchget.net)

Tabel 2.4: Penelitian terdahulu modulus elastisitas beton

No.	Penulis	Judul Jurnal	Hasil Pengujian
1	(Elisabeth, Lukar, Pandaleke, & Wallah, 2020)	Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus	Nilai modulus elastisitas maksimum terjadi pada beton normal sebesar 25614,6 MPa sedangkan modulus elastisitas dengan menggunakan campuran tras didapat nilai maksimum sebesar 25376,2 MPa.
2	(McCormac, 2018)	Modulus Elastisitas Beton <i>Geopolymer</i> Berbasis <i>Fly Ash</i> Dari PLTU Amurang	Angka modulus elastisitas beton geopolymer hasil pengujian laboratorium secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan angka modulus elastisitas beton normal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Elisabeth, Lukar, Pandaleke, & Wallah, 2020) dan (McCormac, 2018), dapat dilihat bahwa nilai maksimum modulus elastisitas beton masih diperoleh oleh beton normal.

BAB 3

METODE PENELITIAN

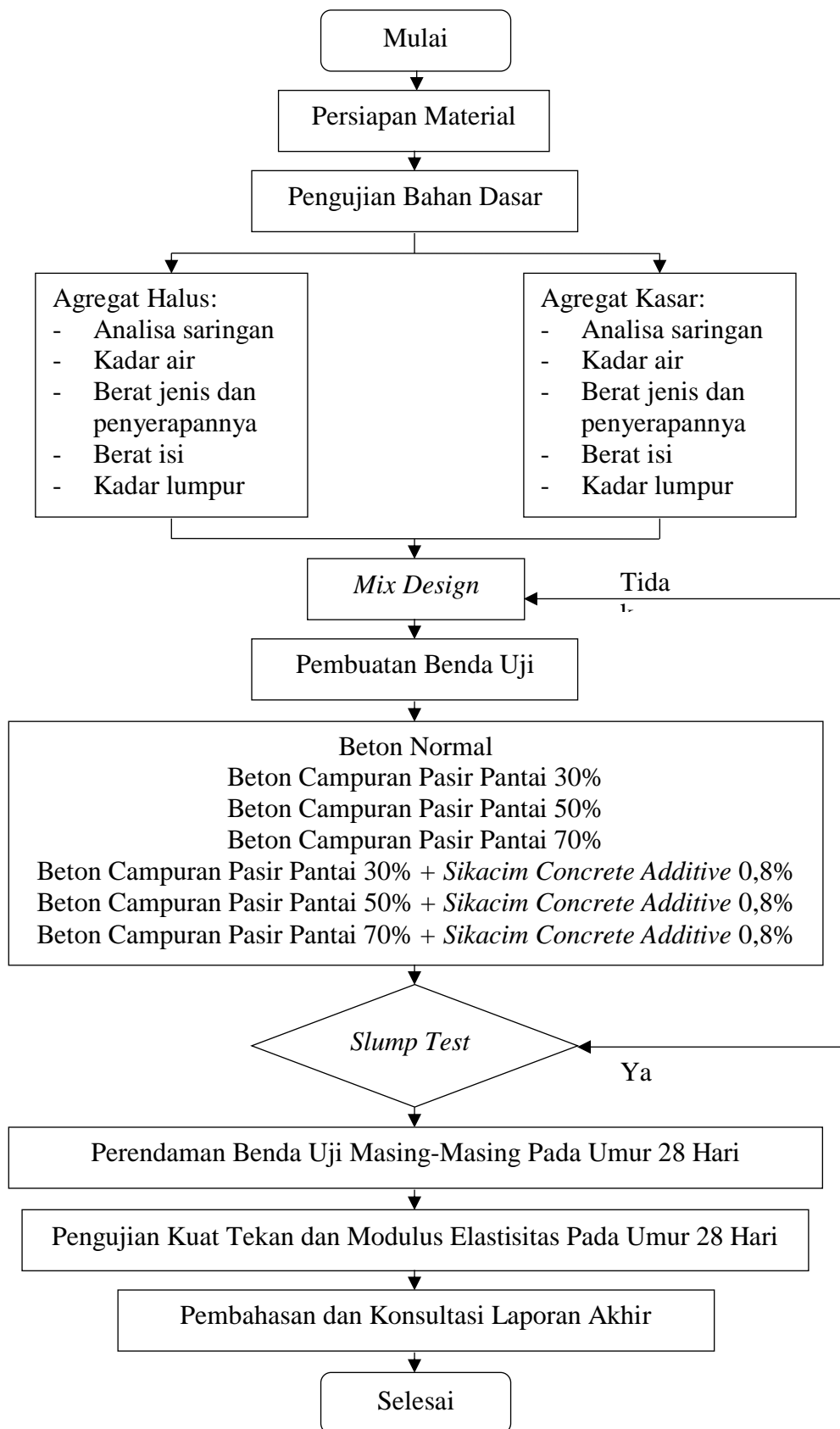
3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Percobaan yang akan dilakukan berupa pembuatan beton dengan memanfaatkan pasir pantai dan menambahkan bahan kimia berupa *Sikacim Concrete Additive*. 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 persentase 0,8% dari berat semen. Sedangkan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 28 hari.

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 dan beton campuran pasir pantai. 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 tekan beton, 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 3.1 sebagai berikut



Gambar 3.1: Tahapan penelitian yang akan dilakukan

3.2 Alat dan Bahan

Untuk memenuhi persyaratan yang berlaku, diperlukan peralatan dan bahan berkualitas tinggi untuk memaksimalkan hasil penelitian. Selain itu, laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara memuat sejumlah alat. Alat-alat berikut digunakan:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan agregat halus, yaitu : No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan. Sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1 ½", ¾", 3/8", dan No.4.
2. Timbangan digital
Berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Gelas ukur
Digunakan sebagai takaran air dan *Sikacim Concrete Additive*.
4. Oven
Berfungsi sebagai alat untuk mengeringkan sampel bahan.
5. Wadah atau ember
Berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.
6. Mesin aduk beton (molen)
Berfungsi untuk membuat campuran adonan beton.
7. Kerucut Abrams
Berfungsi untuk menguji *slump*.
8. Tongkat penumbuk
Berfungsi untuk memadatkan benda uji.
9. Penggaris
Berfungsi untuk mengukur tinggi *slump*.

10. Cetakan silinder

Berfungsi untuk mencetak benda uji.

11. Plastik

Sebagai wadah agregat.

12. Sekop tangan

Berfungsi untuk mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam cetakan.

13. Sendok semen

Berfungsi untuk meratakan adonan beton.

14. Pan

Berfungsi untuk wadah campuran beton.

15. *Compression testing machine*

Merupakan alat untuk menguji kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

16. *Dial gauge*

Alat untuk menguji modulus elastisitas beton.

3.2.2 Bahan

Material pembentuk beton yang digunakan, yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang PC (*Portland Cement*) tipe I.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang berasal dari Pantai Cermin dan pasir sungai Binjai, Sumatera Utara.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu kerikil yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara.

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Pasir Pantai

Pasir pantai yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Pantai Cermin.

6. Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan adalah *Sikacim Concrete Additive* yang diperoleh dari panglong.

3.3 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Dalam hal ini menyiapkan material yang akan digunakan seperti (agregat kasar, agregat halus, pasir pantai, dan *Sikacim Concrete Additive*). Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Pemeriksaan bahan material penyusun beton

Pemeriksaan bahan material ini ditujukan untuk memastikan apakah bahan penyusun beton telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, apabila digunakan dalam pencampuran (*mix design*).

3. Perencanaan campuran

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

4. Pembuatan benda uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a) Pembuatan adonan beton.
- b) Pengujian slump test yang mengacu pada SNI 1972:2008.
- c) Pengecoran ke dalam cetakan silinder.
- d) Pelepasan benda uji dari cetakan silinder

5. Perawatan Benda Uji

Pada bagian ini beton yang sudah didiamkan di cetakan dan sudah mengering, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (*curing*). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam

dengan estimasi waktu 28 hari. Setelah selesai perawatan selama 28 hari, beton diangkat dari bak dan dikeringkan.

6. Pengujian kuat tekan beton

Setelah semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tekan beton yang berfungsi untuk mengetahui berapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

7. Pengujian modulus elastisitas beton

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan beton maka dilakukan pengujian modulus elastisitas dengan membaca *dial gauge*.

8. Pembahasan dan laporan akhir

Dengan diketahuinya nilai modulus elastisitas beton, maka telah selesai semua rangkaian dalam proses pembuatan beton. Hal yang dilakukan pada tahap akhir ialah mencatat, mengolah, dan mengevaluasi data yang telah didapatkan. Lalu selanjutnya melakukan penulisan dan bimbingan untuk laporan akhir tersebut.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan dilakukan pada awal bulan Maret.

3.5 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.

3.6 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus bertujuan untuk mengetahui kelayakan agregat untuk bahan percampuran dan pembentukan beton. Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium beton mengikuti panduan SNI tentang pemeriksaan agregat.

3.6.1 Analisa Saringan

Analisa saringan merupakan penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir agregat dan untuk menentukan pembagian gradasi agregat halus dan agregat kasar.

Gradasi agregat yaitu distribusi butiran-butiran dari agregat. Gradasi baik adalah campuran agregat dengan ukuran butiran yang terdistribusikan dengan merata. Ukuran butiran agregat bergradasi baik disebut juga dengan agregat bergradasi rapat.

Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI ASTM C136:2012 serta mengikuti panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang uji analisa saringan.

Prosedur percobaan analisa saringan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Bersihkan agregat yang akan diuji kemudian keringkan dengan oven.
3. Bersihkan masing-masing saringan yang akan digunakan lalu timbang berat berat dari masing-masing saringan (W_1).
4. Susunlah saringan mulai dari ukuran saringan yang paling besar lalu tuangkan benda uji pada saringan tersebut dan mulai mengayak.
5. Setelah diayak, masing-masing saringan ditimbang kembali (W_2) dan diperoleh berat benda uji yang tertahan di setiap saringan.

3.6.2 Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah ataupun berat kering. Jumlah air yang terkandung dalam agregat perlu diketahui karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton. Perhitungan kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana:

P = Kadar air benda uji (%)

W_1 = Massa benda uji (gr)

W_2 = Massa benda uji kering oven (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI 1971:2011 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air.

Prosedur percobaan kadar air adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan untuk mewakili sejumlah besar bahan (agregat) yang akan digunakan.
3. Masukkan contoh bahan ke dalam wadah dan ditimbang.
4. Keringkan contoh bahan sampai berat konstan ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $\pm 105^\circ\text{C}$.
5. Keluarkan contoh bahan dari oven dan dinginkan dalam suhu ruangan kemudian ditimbang.

3.6.3 Berat Jenis Agregat Halus dan Penyerapannya

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*), berat jenis kering oven (*Bulk*), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran pada beton.

Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3.1: Rumus menghitung berat jenis agregat halus

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{(B + S - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{(B + S - C)}$
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(B + A - C)}$

Tabel 3.1: *Lanjutan*

Penyerapan air (S_w)	$\left[\frac{S - A}{A} \right] \times 100\%$
--------------------------	---

Keterangan:

- 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)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1970:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Prosedur percobaan berat jenis agregat halus dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Keringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Masukkan agregat halus ke dalam cetakan kerucut pasir lalu padatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Masukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu timbang dan catat hasilnya.
5. Buanglah air dari piknometer.
6. Masukkan contoh agregat ke dalam piknometer lalu isilah piknometer dengan air sampai penuh.
7. Goyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Tambahkan air sampai setengah lalu panaskan piknometer dengan spiritus ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan setelah itu diguncang selama 1 menit. Lakukan sampai 3 kali.
9. Rendamlah piknometer ke dalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam maka angkat piknometer dan timbang beratnya.

3.6.4 Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapannya

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*), berat jenis kering oven (*Bulk*), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.

Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3.2: Rumus menghitung berat jenis agregat kasar

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{(B - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{(B - C)}$
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(A - C)}$
Penyerapan air (S_w)	$\left[\frac{B}{B - A} \right] \times 100\%$

Keterangan:

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)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1969:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Prosedur percobaan berat jenis agregat kasar dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Keringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).

3. Masukkan agregat halus ke dalam cetakan kerucut pasir lalu padatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Masukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu timbang dan catat hasilnya.
5. Buanglah air dari piknometer.
6. Masukkan contoh agregat ke dalam piknometer lalu isilah piknometer dengan air sampai penuh.
7. Goyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Tambahkan air sampai setengah lalu panaskan piknometer dengan spiritus ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan setelah itu diguncang selama 1 menit. Lakukan sampai 3 kali.
9. Rendamlah piknometer ke dalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam maka angkat piknometer dan timbang beratnya.

3.6.5 Berat Isi Agregat

Berat isi disebut juga dengan berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan campuran beton, apabila jumlah bahan ditakan dengan ukuran volume. Besar kecilnya berat agregat tergantung pada berat butiran agregat maka semakin besar pula berat isi agregat dan sebaliknya. Karena berat isi agregat berbanding lurus dengan berat butir agregat sedangkan semakin besar volume agregat maka semakin kecil berat isi agregat karena berat isi agregat berbanding terbalik dengan besarnya volume agregat.

Berat volume agregat ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Berat volume gembur merupakan perbandingan berat agregat dengan volume sedangkan berat volume padat adalah perbandingan berat agregat dalam keadaan padat dengan volume. Perhitungan berat isi agregat dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.2)$$

Dimana :

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 (cm^3)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1973:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Prosedur percobaan berat isi agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menimbang dan mencatat berat wadah.
3. Mengukur tinggi dan berat wadah.
4. Mencari volume wadah.
5. Mengisi wadah dengan agregat setinggi $1/3$ dari wadah kemudian merojoknya 25 kali lalu isi $1/3$ lagi dan merojoknya 25 kali kemudian isi penuh wadah.
6. Meratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
7. Menimbang dan mencatat berat wadah beserta isi.
8. Menghitung berat isi.

3.6.6 Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan kadar lumpur agregat dilakukan dengan tujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kandungan lumpur yang berlebihan akan mengakibatkan ikatan agregat dengan semen akan rapuh sehingga kuat tekan beton tidak akan diperoleh.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 03-4141, 1996 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat.

Prosedur percobaan kadar lumpur agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan sampel agregat kasar dan agregat halus.
3. Menyaring benda uji dengan saringan.
4. Menimbang benda uji.
5. Mencuci contoh bahan dengan air bersih lalu jemur hingga berat konstan. Kemudian menimbanginya kembali.

6. Mengayak agregat halus dan agregat kasar.
7. Menyiapkan bahan.
8. Memindahkan contoh bahan ke dalam wadah kemudian memasukkannya ke dalam oven dengan suhu $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
9. Menimbang berat contoh sesudah di oven.
10. Mencatat berat.

3.7 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. Variasi pasir Pantai yang akan digunakan dalam campuran beton adalah 30%, 50%, 70% terhadap berat agregat halus. Proses *treatment* pada pasir pantai adalah dicuci terlebih dahulu sebelum pencampuran agregat

3.8 Sikacim Concrete Additive

Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan ialah *sikacim concrete additive* yang diperoleh dari panglong sekitar kota Medan yang digunakan dalam campuran beton. Dalam penelitian ini *sikacim concrete additive* dicampur pada saat pembuatan benda uji. Jumlah *sikacim concrete additive* yang dipakai adalah sebesar 0,8% dari berat semen.

3.9 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Setelah pengujian agregat halus dan kasar selesai dilakukan, selanjutnya penulis akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012. 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. Cetakan silinder dengan tinggi 30 cm, lebar 15 cm digunakan untuk membuat benda uji. Berikut jumlah benda uji dapat di lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.3: Variasi campuran beton

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

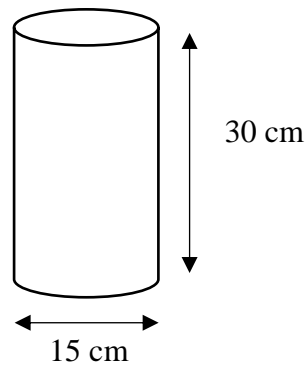
BTPPS : Beton pasir pantai *sikacim concrete additive*

3.10 Pembuatan Benda Uji

Untuk pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 21 benda uji sebagai berikut.

- a. Beton normal, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- b. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 30% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- c. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 50% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- d. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 70% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- e. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 30% dan *Sikacim Concrete Additive* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.

- f. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 50% dan *Sikacim Concrete Additive* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- g. Beton dengan campuran pasir pantai sebesar 70% dan *Sikacim Concrete Additive* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.



Gambar 3.2: Benda uji silinder

3.11 *Slump Test*

Slump test dilakukan menggunakan (SNI 1972:2008). Nilai *slump test* yang bagus ialah di range 75-100 mm. semakin tinggi nilai akan semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan.

Slump test merupakan uji yang digunakan untuk menentukan konsistensi dari campuran beton untuk menentukan konsistensi atau tingkat *workability*. Kekuatan dalam campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Maka dari itu *slump test* ini akan menunjukkan apakah campuran beton tersebut kekurangan, kelebihan ataupun kecukupan air.

Dalam suatu adukan atau campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena akan menentukan tingkat *workability*. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton yang rendah dan akan lama mengeringnya.

Bentuk *slump* akan berbeda sesuai kadar airnya yaitu sebagai berikut.

1. *Collapse* atau runtuh

Keadaan ini disebabkan karena kandungan airnya terlalu banyak sehingga campuran beton dalam cetakan mengalami *collapse*.

2. *True* atau benar

Pada keadaan ini, bagian atas sebagian tertahan, sebagian runtuh sehingga berbentuk miring.

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.

3.12 Perendaman 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.

3.13 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton mengikut SNI 1974:2011. Nilai kuat tekan beton didapatkan dari hasil pengujian sampel beton. Sampel ini diuji dengan menggunakan mesin kuat tekan beton dengan cara memberikan beban secara bertahap dengan kecepatan peningkatan beban tertentu. Selanjutnya benda uji tersebut ditekan hingga menghasilkan retakan. Adapun langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, tanggal pembuatan benda uji, dan tanggal pengujian.
2. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
3. Jalankan *compression testing machine* dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji.

3.14 Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati besarnya perubahan panjang regangan silinder beton akibat pembebanan serta besarnya beban yang P pada saat beton mulai retak. Pengujian modulus elastisitas beton mengikut SNI 2847:2019.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Dalam pengujian agregat ini baik agregat kasar maupun agregat halus, peneliti memperoleh data material diantaranya analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Pemeriksaan bahan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada pemeriksaan agregat baik itu agregat kasar dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara. Secara umum batu pecah yang berasal dari Binjai ini sudah sesuai kualitasnya untuk digunakan menjadi bahan bangunan. Adapun pemeriksaan yang dilakukan diantaranya analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.2.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat kasar berdasarkan pada (SNI ASTM C 136, 2012) tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian ini didapat nilai analisa saringan agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar

Saringan mm (inci)	Massa Tertahan (Gram) (a)	Jumlah Tertahan (Gram) (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 ½ inci)					
50,8 mm (2 inci)					

Tabel 4.1: *Lanjutan*

36,1 mm (1 ½ inci)					
25,4 mm (1 inci)			0,00	100,00	
19,1 mm (¾ inci)	3848	3848	76,96	23,04	
12,7 mm (½ inci)	1144	4992	99,84	0,16	
9,52 mm (⅜ inci)	6	4998	99,96	0,04	
4,75 mm (No. 4)	-	-	100,00	0,00	
2,36 mm (No. 8)	-	-	100,00	0,00	
1,18 mm (No. 16)	-	-	100,00	0,00	
0,6 mm (No. 30)	-	-	100,00	0,00	
0,3 mm (No. 50)	-	-	100,00	0,00	
0,15 mm (No. 100)	-	-	100,00	0,00	
0,075 mm (No.200)	-	-	100,00	0,00	
Pan	2	5000	100,00	0,00	
Total	5000	-	877	8,77	

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut.

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

Dari hasil pengujian didapat hasil FM (Modulus Kehalusan) sebesar 8,77%. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan pada ASTM C33-97, yaitu 6-7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.2.2 Kadar Air Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar air agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2: Hasil pemeriksaan 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

Tabel 4.2: Lanjutan

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 ini dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,2% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,4%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapat adalah sebesar 0,31%.

4.2.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar berpedoman pada (SNI 1969:2016). Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan 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
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	0,26

Pengujian ini dilakukan sebanyak dua 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 didapat penyerapan air (S_w) rata-rata adalah 0,26%.

4.2.4 Berat Isi Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat kasar berpedoman pada (SNI 03-4804, 1998). Cara pengujian berat isi agregat kasar terbagi menjadi 3 yaitu dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat isi agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4: Hasil pemeriksaan 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 yaitu cara lepas didapat berat isi sebesar 1,27 gr/cm³, cara rojok sebesar 1,45 gr/cm³, dan cara goyang sebesar 1,39 gr/cm³. Maka rata-rata berat isi agregat kasar sebesar 1,37 gr/cm³.

4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat kasar berpedoman pada (SNI 03-4141-1996). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar lumpur agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ 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 ₄)	W ₁ -W ₂	2500	2503	2501,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W ₅)	W ₄ -W ₂	2483	2488	2485,50

Tabel 4.5: *Lanjutan*

Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	17	15	16
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 hasilnya sebesar 0,68% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 0,60%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 0,64%.

4.3 Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara. Secara umum kualitas pasir Binjai sudah memenuhi kualitasnya untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Adapun pemeriksaan yang dilakukan diantaranya analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat halus ini mengikuti panduan dari (SNI ASTM C 136, 2012). Dari hasil penelitian ini didapat nilai analisa saringan agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6: Hasil pemeriksaan analisa saringan 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)					
63,5 mm (2 ½ inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 ½ inci)					
25,4 mm (1 inci)					
19,1 mm (¾ inci)					
12,7 mm (½ 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	

Tabel 4.6: *Lanjutan*

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 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut.

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

Dari hasil pengujian didapat hasil FM (Modulus Kehalusan) sebesar 2,37%. Nilai ini sudah memenuhi persyaratan yang diizinkan ASTM C33-97 yaitu 2,3% sampai 3,1%.

4.3.2 Kadar Air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat halus ini mengikuti panduan dari (SNI 1971:2011). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar air agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.7: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1876	1978
Massa wadah	495	483
Massa benda uji (W_1)	1381	3312
Massa wadah + benda uji	1801	1894
Massa wadah	495	483
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	1306	1411
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 hasilnya sebesar 5,74% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 5,95%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapat adalah sebesar 5,85%.

4.3.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berpedoman pada (SNI 1970:2016). Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat jenis dan penyerapan agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan 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
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 dua kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,96 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 hasilnya adalah 2,46% sedangkan pengujian kedua adalah 1,83%, sehingga didapatkan rata-rata penyerapan air (S_w) adalah 2,15%.

4.3.4 Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat halus ini mengacu pada (SNI 03-4804, 1998). Dari hasil penelitian ini maka didapat nilai berat isi agregat halus seperti yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.9: Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5050	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	3/4	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 yaitu cara lepas didapat 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 Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat halus berpedoman pada (SNI 03-4141-1996). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar lumpur agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Agregat kasar lolos saringan ³ / ₄ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W ₁	1980	2468	Gram
Berat wadah	W ₂	434	434	Gram
Berat contoh kering + wadah	W ₄	1943	2421	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W ₄)	W ₁ -W ₂	1546	2034	1790
Berat kering contoh setelah di cuci (W ₅)	W ₄ -W ₂	1509	1987	1748

Tabel 4.10: *Lanjutan*

Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	37	47	42
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 hasilnya sebesar 2,39% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 2,31%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 2,35%.

4.8 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat kasar dan agregat halus sudah selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah gunakan data-data yang telah didapat untuk perencanaan campuran beton. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11: Data-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
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 adalah 75 mm – 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 yang digunakan untuk beton tanpa tambahan udara dengan *slump* 75 mm – 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								
<i>Slump</i> (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	-
>175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyak udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25 - 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 - 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 - 175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan (%)	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Sedang (%)	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Berat (%)	7,5	7	6	6	5,5	5	4,5	4

4. Rasio air semen untuk beton dengan kekuatan 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

Tabel 4.13: *Lanjutan*

20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

5. Dari data yang diperoleh di langkah nomor 3 dan 4, jumlah kadar semen adalah $205 / 0,61 = 336,07$ kg.
6. Jumlah agregat kasar yang diperkirakan menurut tabel 4.14. Untuk agregat halus dengan modulus kehalusannya adalah 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* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3
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 kering adalah $0,66 \times 1232 = 813,33$ kg.

7. Setelah diketahui 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 absolute adalah 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

Berdasarkan 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 akibat adanya perbedaan *slump*, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah sebagai berikut:

Air (berat bersih)	= 205 kg
Semen	= 336,07 kg
Agregat kasar	= <u>813,33 kg</u>
Jumlah	= 2368,33 kg
Maka berat (massa) agregat halus	= 2345 – 1354,40 = 990,60 kg

7.2 Atas dasar volume absolute

Berdasarkan jumlah air, semen, agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1% 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 x 1000)	= 0,107 m ³
Volume absolute agregat kasar	= 813,33 / (2,24 x 1000)	= 0,363 m ³
Volume udara terperangkap	= 1% x 1	= 0,010 m ³
Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	<hr/>	
	= 0,685 m ³	

$$\begin{aligned} \text{Volume agregat halus dibutuhkan} &= 1 - 0,685 &&= 0,315 \text{ m}^3 \\ \text{Berat agregat halus kering yang} \\ \text{dibutuhkan} &= 0,315 \times 3,03 \times 1000 &&= 954,70 \text{ kg} \end{aligned}$$

7.3 Perbandingan berat campuran 1 m³ 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)	990,60	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 seperti di bawah ini:

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

$$\text{Agregat halus (basah)} = 990,60 \times (1 + 0,0585) = 1048,53 \text{ kg}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka dengan begitu air pada permukaan diberikan dari agregat kasar $(0,35 - 0,26) = 0,09 \%$; dari agregat halus $(5,85 - 2,15) = 3,70 \%$. Maka, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan adalah:

$$205 - (813,33 \times 0,09 \%) - (990,60 \times 3,70 \%) = 167,56 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton dapat dilihat pada tabel 4.17 di bawah 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 totalnya adalah $W_c = 2368,33$ kg.

4.8 Kebutuhan Beton

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

$$\begin{aligned} \text{Tinggi silinder} &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\ \text{Diameter silinder} &= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m} \\ \text{Volume silinder} &= \pi r^2 \times t \\ &= 3,14 \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan pada setiap variasi untuk 3 benda uji dapat dilihat pada tabel 4.18 di bawah ini.

Tabel 4.18: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran

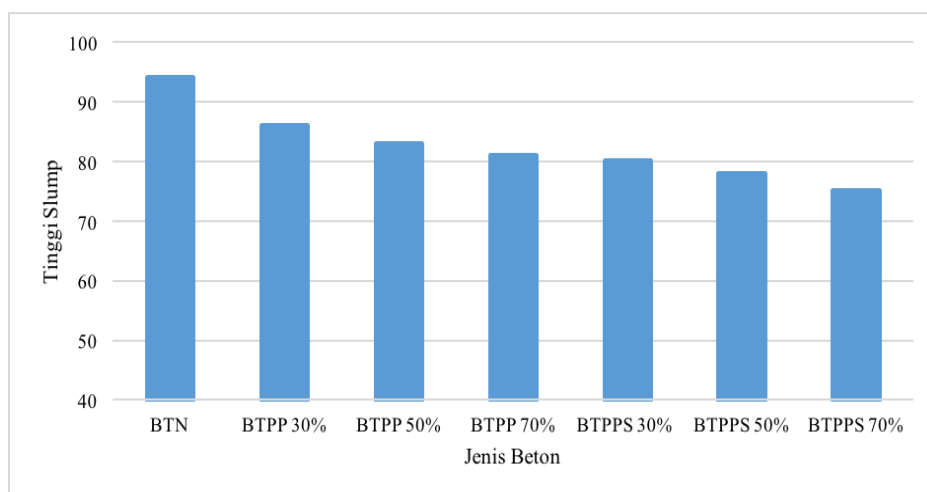
No.	Kode Benda Uji	Semen + <i>Sikacim Concrete Additive</i>		Agregat Halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	<i>Sikacim Concrete Additive</i>	Pasir Sungai (kg)	Pasir Pantai (kg)		
1	BTN	100% 5,3422	-	100% 16,6677	-	100% 12,9742	100% 2,6635
2	BTPP 30%	100% 5,3422	-	70% 11,6674	30% 5,0003	100% 12,9742	100% 2,6635
3	BTPP 50%	100% 5,3422	-	50% 8,3339	50% 8,3339	100% 12,9742	100% 2,6635
4	BTPP 70%	100% 5,3422	-	30% 5,0003	70% 11,6674	100% 12,9742	100% 2,6635
5	BTPPS 30%	100% 5,3422	0,8% 0,0427	70% 11,6674	30% 5,0003	100% 12,9742	100% 2,6635
6	BTPPS 50%	100% 5,3422	0,8% 0,0427	50% 8,3339	50% 8,3339	100% 12,9742	100% 2,6635
7	BTPPS 70%	100% 5,3422	0,8% 0,0427	30% 5,0003	70% 11,6674	100% 12,9742	100% 2,6635
Total		37,40	0,13	66,67	50	90,82	18,64

4.6 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: *Slump test*

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



Gambar 4.1: Diagram batang nilai *slump*

Pada hasil nilai slump didapati nilai slump untuk BTN adalah sebesar 94 mm. Pada BTTP 30% mengalami penurunan 9% terhadap BTN, pada BTTP 50% mengalami penurunan sebesar 12% terhadap BTN, BTTP 70% mengalami penurunan sebesar 14% terhadap BTN. Sedangkan pada BTPPS 30% mengalami penurunan sebesar 15% terhadap BTN, pada BTPPS 50% mengalami penurunan sebesar 17%, pada BTPPS 70% mengalami penurunan sebesar 20% terhadap BTN.

4.8 Kuat Tekan Beton

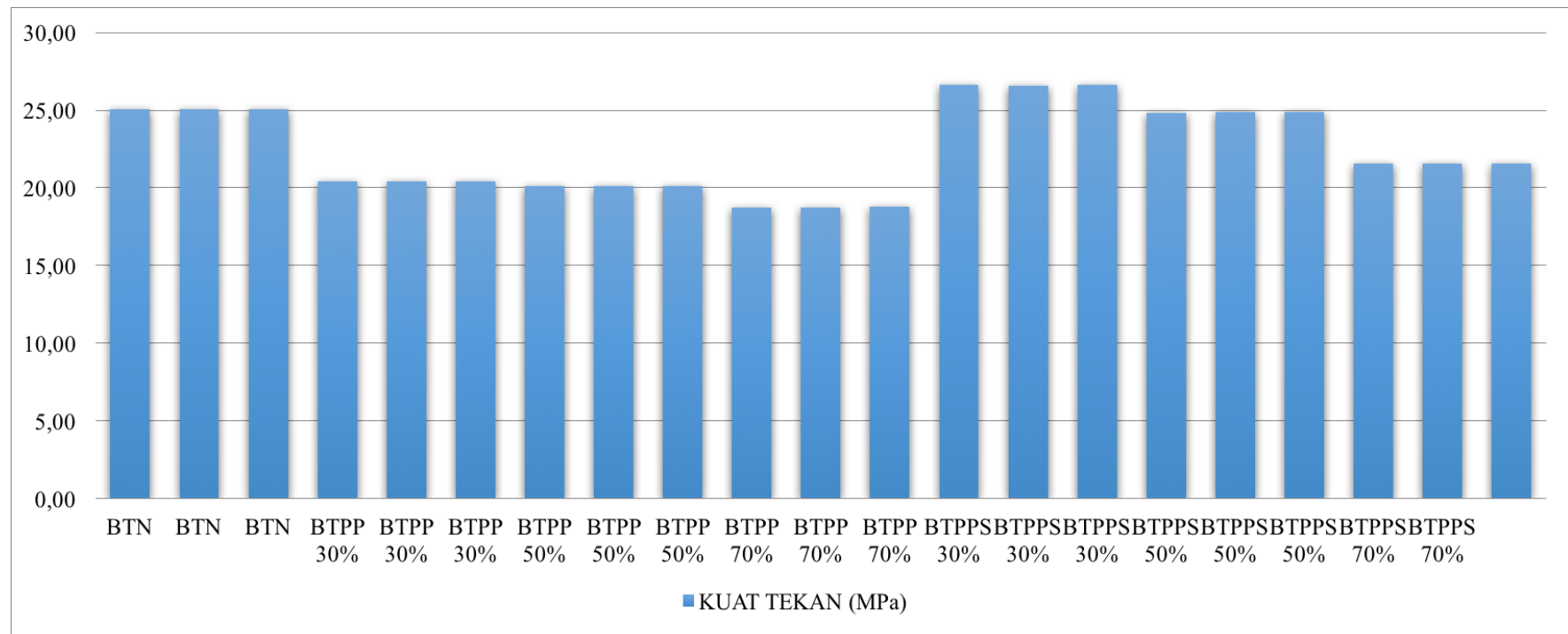
Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Berikut ini merupakan hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton

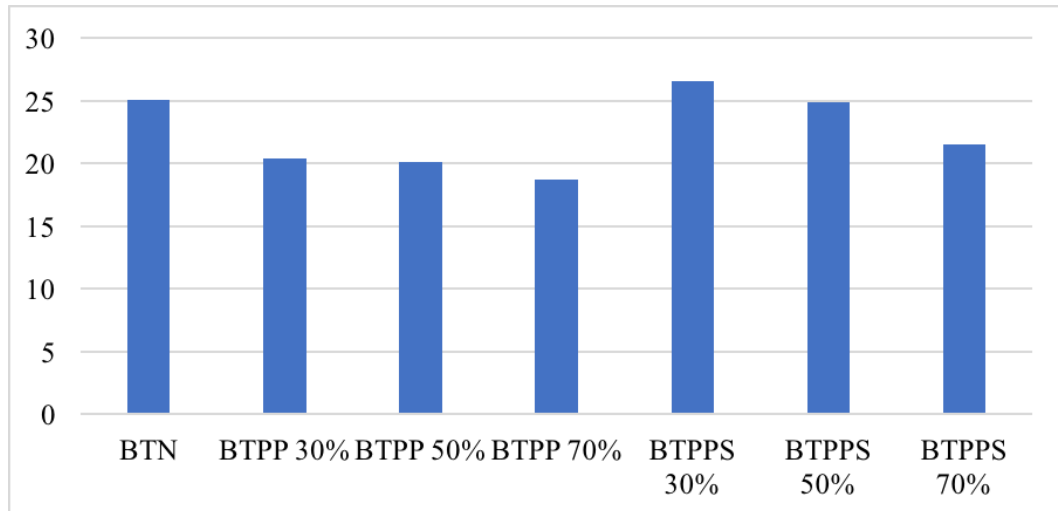
No.	Kode	Umur	Ukuran Benda Uji (mm)		Luas Penampang (A) (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
			L	d				
1	BTN 1	28	600	150	17671,46	442900	25,06	25,06
2	BTN 2	28	600	150	17671,46	442700	25,05	
3	BTN 3	28	600	150	17671,46	442800	25,06	
4	BTPP 30%	28	600	150	17671,46	361200	20,44	20,44
5	BTPP 30%	28	600	150	17671,46	361000	20,43	
6	BTPP 30%	28	600	150	17671,46	361300	20,45	
7	BTPP 50%	28	600	150	17671,46	355100	20,09	20,10
8	BTPP 50%	28	600	150	17671,46	355200	20,10	
9	BTPP 50%	28	600	150	17671,46	355500	20,12	
10	BTPP 70%	28	600	150	17671,46	331000	18,73	18,74
11	BTPP 70%	28	600	150	17671,46	331200	18,74	
12	BTPP 70%	28	600	150	17671,46	331500	18,76	
13	BTPPS 30%	28	600	150	17671,46	470100	26,60	26,61
14	BTPPS 30%	28	600	150	17671,46	470000	26,60	
15	BTPPS 30%	28	600	150	17671,46	470500	26,62	
16	BTPPS 50%	28	600	150	17671,46	439000	24,84	24,88
17	BTPPS 50%	28	600	150	17671,46	440000	24,90	
18	BTPPS 50%	28	600	150	17671,46	440100	24,90	

Tabel 4.20: Lanjutan

19	BTPPS 70%	28	600	150	17671,46	380700	21,54	21,55
20	BTPPS 70%	28	600	150	17671,46	380900	21,55	
21	BTPPS 70%	28	600	150	17671,46	380600	21,54	



Gambar 4.2: Diagram batang kuat tekan



Gambar 4.3: Diagram batang kuat tekan rata-rata

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat beton variasi BTN memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 100%. Pada variasi BTTP 30% mengalami penurunan sebesar 18%, pada BTTP 50% mengalami penurunan sebesar 20%, dan pada BTTP 70% mengalami penurunan sebesar 25%. Sedangkan pada variasi BTPPS 30% mengalami kenaikan sebesar 6%, pada BTPPS 50% mengalami penurunan sebesar 1%, dan pada BTPPS 70% mengalami penurunan sebesar 14%.

4.8 Modulus Elastisitas

Berikut ini merupakan hasil pengujian modulus elastisitas. Berdasarkan metode SNI 2847-2019 menyebutkan rumus nilai modulus elastisitas untuk W_c antara 1440 dan 2560 kg/m^3 untuk beton diizinkan diambil nilai sebesar:

$$E_c = W_c^{1.5} 0,043 \sqrt{f'c'}$$

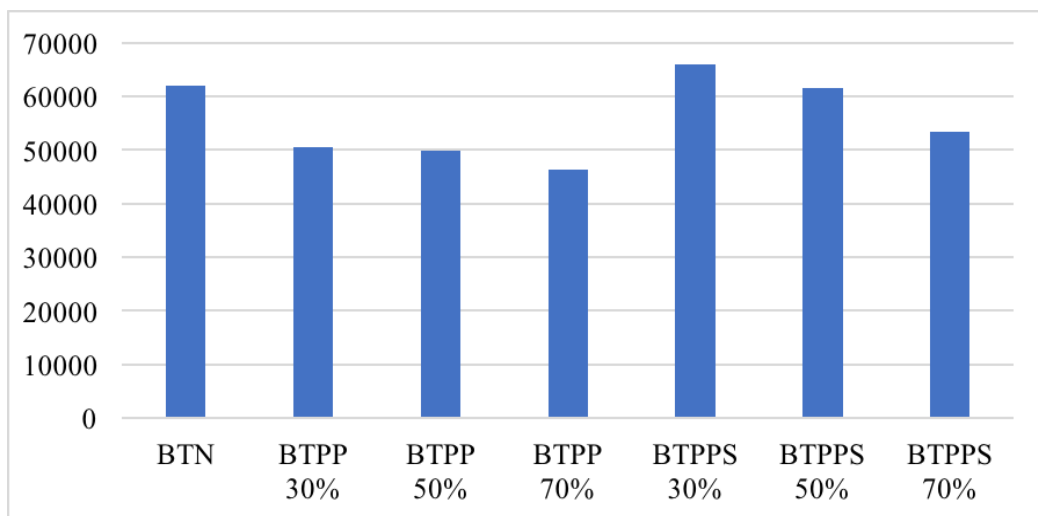
Dimana :

$$W_c = 2368,33 \text{ kg/m}^3$$

Data kuat tekan yang telah didapat dari pengujian kuat tekan beton

Tabel 4.21: Hasil pengujian modulus elastisitas

Kode	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
BTN	25,06	62.098,75
BTPP 30%	20,44	50.650,38
BTPP 50%	20,10	49.807,86
BTPP 70%	18,74	46.437,77
BTPPS 30%	26,61	65.939,65
BTPPS 50%	24,88	61.652,71
BTPPS 70%	21,55	53.400,96



Gambar 4.4: Diagram batang modulus elastisitas

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 25%, dan beton dengan variasi BTPPS 30% yang mengalami kenaikan sebesar 6%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian yang telah dilakukan pengaruh pasir pantai terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas pada benda uji silinder memiliki nilai yang termasuk rendah. Hal ini disebabkan karena pasir pantai memiliki kandungan garam-garaman yang tidak baik untuk kualitas betonnya. Akan tetapi pada variasi beton pasir pantai + *sikacim concrete additive*, nilai kuat tekan dan modulus elastisitas mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan adanya campuran *sikacim concrete additive* yang dapat meningkatkan kualitas beton.
2. Perbandingan antara BTN dengan variasi beton pasir pantai tanpa *admixture* pada variasi BTTP 30% adalah 1:0,82, BTTP 50% adalah 1:0,80, dan BTTP 70% adalah 1:0,75. Perbandingan antara BTN dengan variasi beton pasir pantai + *sikacim concrete additive* pada variasi BTTPS 30% adalah 1:1,06, BTTPS 50% adalah 1:0,99, dan BTTPS 70% adalah 1:0,86.

5.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut lagi mengenai pasir pantai dan *sikacim concrete additive* terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton.
2. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut lagi terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan menggunakan *admixture* yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, T. R. R. W. R. E. R. (2022). *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawa dan Agregat Kasar Batu Pecah di Kabupaten Sambalung Barat*. 2(2), 1–8.
- 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*.
- Elisabeth, S., Lukar, C., Pandaleke, R., & Wallah, S. (2020). Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 33–38.
- Elisabeth, S., Lukar, C., Pandaleke, R., Wallah, S., Teknik, F., Sipil, J. T., & Ratulangi, U. S. (2020). *PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS PADA BETON DENGAN AGREGAT HALUS*. 8(1), 33–38.
- Fujianti, I. K. A. P., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2022). *Tugas akhir*.
- Imran, I., & Yunus, M. (2017). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Laut sebagai Agregat Halus di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat. *Inovtek Polbeng*, 7(2), 234–240.
- Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Jurusan, D., & Sipil, T. (2022). *ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SIKACIM CONCRETE ADDITIVE DAN KAPUR PADA BETON NORMAL*. 3, 125–130.
- McCormac. (2018). Modulus Elastisitas Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash Dari Pltu Amurang. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7), 3–10.
- Modulus, A., Beton, E., Abu, C., Padi, S., Kapur, D. A. N., Bahan, S., Semen, P., Ananda, V. T., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2022). *Tugas akhir*.
- Mulyati, M., & Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan

Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 38–45. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.01>

Nuril, M., Fani, A., Kuryanto, T. D., Program, M., Teknik, S., Teknik, F., Jember, U. M., Teknik, D. F., Teknik, D. F., & Jember, U. M. (2022). *Jurnal Smart Teknologi Pengaruh Penambahan Abu Baglog Terhadap Kuat Tekan , Dan Modulus Elastisitas Beton The Effect of Addition of Baglog Ash to the Compressive Strength , and the Modulus of Elasticity of Concrete Jurnal Smart Teknologi*. 4(1), 106–114.

Prakaryuda, W. A., Halim, A., & Aditya, C. (2021). Pengaruh Penambahan Damdex Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(2), 40–47.

Setiawan, P., Adhy, D. S., & Ahyar, M. R. (2021). Karakteristik Kuat Tekan Campuran Beton dengan tambahan Serat Tembaga dan Serbuk Besi. *Pondasi*, 26(2), 72. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v26i2.18638>

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*.

SNI ASTM C 136. (2012). SNI ASTM C 136-2012 Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 24. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/9112-sniastmc1362012>

Tata, A., Irnawaty, I., & Cavaruddin, C. (2018). Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton. *Techno: Jurnal Penelitian*, 6(02), 04. <https://doi.org/10.33387/tk.v6i02.561>