

TUGAS AKHIR

**Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai
Sebagai 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:

PUTRI AULIA
1907210056



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Putri Aulia

NPM : 1907210056

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai
Sebagai Agregat Halus Dan *Sikacim Concrete Additive*
Sebagai Bahan Tambah (Studi Penelitian)

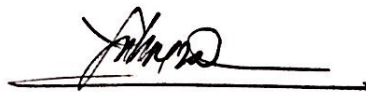
Bidang Ilmu : Struktur

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 : Putri Aulia
NPM : 1907210056
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai
Sebagai 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

Dosen Pembanding II



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



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 : Putri Aulia
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Lampung, 12 September 2001
NPM : 1907210056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai 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:

The image shows a yellow postage stamp with a value of 1000 Rupiah. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEKELUN RIBU RUPIAH' and 'METERAL TEMPEL'. A signature is written over the stamp, and the name 'Putri Aulia' is printed below it. The stamp number 'AEAKX452880758' is also visible.

Putri Aulia

ABSTRAK

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

Putri Aulia
1907210056

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

Pasir pantai memiliki butiran yang halus dan bulat. Pasir ini merupakan pasir yang tidak disarankan dalam pembuatan beton karena pasir pantai memiliki kandungan garam. Garam ini menyerap air dari udara dan ini menyebabkan pasir pantai selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Namun karena faktor pasir pantai yang mudah didapat dan juga ekonomis maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi baru dalam dunia konstruksi yaitu dengan memanfaatkan bahan yang tersedia di alam yaitu pasir pantai sebagai agregat halus dengan penambahan *Sikacim Concrete Additive* pada campuran beton. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pasir pantai sebagai agregat halus dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah terhadap nilai kuat geser 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 balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 21 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Dari penelitian yang telah dilakukan pengaruh pasir pantai terhadap kuat geser beton pada benda uji balok memiliki nilai yang rendah. Hal ini dikarenakan pasir pantai mengandung garam-garaman yang tidak baik untuk beton. Akan tetapi pada variasi beton pasir pantai + *Sikacim Concrete Additive* mengalami kenaikan nilai kuat geser. Hal ini dikarenakan *Sikacim Concrete Additive* dapat menaikkan kualitas beton.

Kata Kunci: Pasir Pantai, *Sikacim Concrete Additive*, Kuat Geser Beton

ABSTRACT

CONCRETE SHEAR STRENGTH TEST USING BEACH SAND AS FINE AGGREGATE AND SIKACIM CONCRETE ADDITIVE AS ADDED MATERIAL (RESEARCH STUDY)

Putri Aulia
1907210056

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

Beach sand has fine, rounded grains. It is a sand that is not recommended in the manufacture of concrete because beach sand has salt content. This salt absorbs water from the air and this causes the beach sand to always be slightly wet and causes development when it becomes a building. However, due to the factor that beach sand is easily available and also economical, further research needs to be done. This research aims to make new innovations in the world of construction by utilizing materials available in nature, namely beach sand as fine aggregate with the addition of Sikacim Concrete Additive to the concrete mixture. In addition, this study also aims to determine how the effect of beach sand as fine aggregate and Sikacim Concrete Additive as an additive on the shear strength value 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 beams with a size of 60 cm x 15 cm x 15 cm as many as 21 test objects. Tests were conducted after the concrete was 28 days old. From the research that has been done, the effect of beach sand on the shear strength of concrete on beam test specimens has a low value. This is because beach sand contains salts that are not good for concrete. However, in the variation of beach sand concrete + Sikacim Concrete Additive, the shear strength value increases. This is because Sikacim Concrete Additive can improve the quality of concrete.

Keywords: Beach Sand, Sikacim Concrete Additive, Concrete Shear Strength

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 karuniadan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Uji Kuat Geser Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Sebagai 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. Bapak Muhammad Husin Gultom, S.T., M.T., 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, ST, 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 Toto Suhendra dan Ibunda tercinta Marliah 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:

Putri Aulia

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	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
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	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Bahan Penyusun Campuran Beton	6
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Air	8
2.2.3 Agregat	9
2.2.4 Bahan Tambah	10
2.3 Pasir Pantai	10
2.4 Faktor Air Semen	11
2.5 <i>Sikacim Concrete Additive</i>	11
2.6 <i>Slump Test</i>	12
2.7 Pengujian Kuat Geser Beton	12
2.8 Penelitian Terdahulu	13

BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian Umum	16
3.2 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	16
3.2.1 Data Primer	16
3.2.2 Data Sekunder	16
3.2.3 Teknik Pengambilan Data	19
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3.2 Rancangan Penelitian	19
3.4 Bahan dan Peralatan	20
3.4.1 Bahan	20
3.4.2 Peralatan	21
3.5 Persiapan Penelitian	22
3.6 Pemeriksaan Agregat	22
3.6.1 Analisa Saringan	22
3.6.2 Kadar Air	23
3.6.3 Berat Jenis Agregat Halus dan Penyerapannya	24
3.6.4 Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapannya	25
3.6.5 Berat Isi Agregat	27
3.6.6 Kadar Lumpur Agregat	28
3.7 <i>Mix Design</i>	29
3.8 Pembuatan Benda Uji	29
3.9 <i>Slump Test</i>	30
3.10 Perendaman Benda Uji	31
3.11 Pengujian Kuat Geser Beton	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Tinjauan Umum	33
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat	33
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	33
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	33
4.3.2 Kadar Air Agregat Kasar	34
4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	35

4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar	36
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	37
4.4 Pemeriksaan Agregat Halus	37
4.4.1 Analisa Saringan Agregat Halus	38
4.4.2 Kadar Air Agregat Halus	39
4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	39
4.4.4 Berat Isi Agregat Halus	40
4.4.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	41
4.5 Perencanaan Campuran Beton	41
4.6 Kebutuhan Beton	47
4.7 <i>Slump Test</i>	47
4.8 Kuat Geser Beton	49
4.9 Analisis Harga	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variasi campuran beton	19
Tabel 3.2	Rumus menghitung berat jenis agregat halus	24
Tabel 3.3	Rumus menghitung berat isi agregat kasar	26
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	34
Tabel 4.2	Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	35
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar	35
Tabel 4.4	Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	36
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar	37
Tabel 4.6	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus	38
Tabel 4.7	Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	39
Tabel 4.8	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	39
Tabel 4.9	Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus	40
Tabel 4.10	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	41
Tabel 4.11	Data-data yang akan digunakan	42
Tabel 4.12	Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai <i>slump</i> dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	42
Tabel 4.13	Hubungan antara rasio air semen (w/c) atau rasio air bahan bersifat semen (w/(c+p)) dan kekuatan beton	43
Tabel 4.14	Volume agregat kasar per satuan volume beton	44
Tabel 4.15	Perkiraan awal berat beton segar	44
Tabel 4.16	Perbandingan campuran beton dengan dua cara	46
Tabel 4.17	Hasil perbandingan bahan campuran beton	46
Tabel 4.18	Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	47
Tabel 4.19	<i>Slump test</i>	48
Tabel 4.20	Hasil pengujian kuat geser beton	49
Tabel 4.21	Analisis harga beton variasi BTN	51
Tabel 4.22	Analisis harga beton variasi BTPP 30%	52
Tabel 4.23	Analisis harga beton variasi BTPP 50%	52
Tabel 4.24	Analisis harga beton variasi BTPP 70%	52
Tabel 4.25	Analisis harga beton variasi BTPPS 30%	53

Tabel 4.26 Analisis harga beton variasi BTPPS 50%	53
Tabel 4.27 Analisis harga beton variasi BTPPS 70%	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gaya geser pada balok	13
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	18
Gambar 3.2	Benda uji balok beton	30
Gambar 4.1	Diagram batang nilai <i>slump</i>	48
Gambar 4.2	Diagram batang kuat geser beton	50
Gambar 4.3	Diagram batang kuat geser rata-rata beton	51
Gambar L.1	Agregat kasar	60
Gambar L.2	Agregat halus	60
Gambar L.3	Pasir pantai	61
Gambar L.4	Semen	61
Gambar L.5	<i>Sikacim concrete additive</i>	62
Gambar L.6	Proses pembuatan beton	62
Gambar L.7	Pengujian <i>slump test</i>	63
Gambar L.8	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	63
Gambar L.9	Benda uji balok saat perendaman	64
Gambar L.10	Benda uji balok ditimbang sebelum diuji	64
Gambar L.11	Pengujian kuat geser balok beton	65

DAFTAR NOTASI

v	= Tegangan geser rata-rata	(MPa)
V	= Gaya geser	(N)
b	= Lebar balok	(mm)
d	= Tinggi bidang geser	(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)
w_3	= Berat contoh	(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 telah menjadi salah satu bahan bangunan utama yang sangat penting untuk kebutuhan industri *real estate* dan konstruksi sipil. Hampir semua struktur bangunan di Indonesia maupun di mancanegara menggunakan beton sebagai bahan utama konstruksi. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan salah satunya pengerjaannya yang mudah (Malino, Wallah, dan Handono 2019).

Beton merupakan suatu konstruksi yang umumnya tersusun dari air, semen, dan agregat. Penggunaan beton saat ini tidak hanya pada ruang lingkup struktur saja akan tetapi bisa juga digunakan untuk non struktur. Banyak komponen non struktur bangunan yang terbuat dari beton misalnya dinding, kolom praktis, perabot rumah maupun berbagai macam hiasan (Widodo dan Basith 2017).

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 massa 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.

Pada umumnya bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Banyaknya penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton (Elisabeth et al. 2020).

Kuat geser beton merupakan kekuatan komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan gaya-gaya lateral. Geser dalam beton selalu diikuti oleh desak dan tarik oleh lenturan. Kuat geser beton menjadi suatu perhatian penting karena kapasitas geser beton harus rendah jika

dibandingkan dengan kemampuannya dalam menahan gaya tekan, dimana kekuatan geser beton mutu tinggi hanya berkisar antara 10-14% dari kuat tekan beton mutu tinggi (Azmi, Aulia, dan Hasan 2019).

Pasir pantai merupakan salah satu jenis material agregat halus yang memiliki ketersediaan yang jumlahnya cukup besar. Pasir pantai memiliki butiran yang halus dan bulat. Pasir ini merupakan pasir yang tidak disarankan dalam pembuatan beton karena pasir pantai memiliki kandungan garam. Garam ini menyerap air dari udara dan ini menyebabkan pasir pantai selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Namun karena faktor pasir pantai yang mudah didapat dan juga ekonomis maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi bagaimana jika pemakaian pasir pantai sebagai agregat halus dalam campuran beton terhadap kualitas beton yang dihasilkan nanti (Tata 2019).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perlu dilakukan penelitian bagaimana jika pasir pantai digunakan sebagai agregat halus dan penambahan bahan kimia *Sikacim Concrete Additive* terhadap campuran beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh pasir pantai sebagai agregat halus dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap kuat geser beton pada benda uji balok ?
2. Bagaimana hasil perbandingan antara beton normal dan beton menggunakan campuran pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* ?
3. Variasi manakah yang paling efisien dari segi harga dan kualitas betonnya ?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan diantaranya sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Metode perencanaan campuran beton menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini berfokus pada uji kuat geser 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 0%, 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 ini 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 balok beton dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm
11. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh pasir pantai sebagai agregat halus dan *Sikacim Concrete Additive* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap kuat geser beton pada benda uji balok.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive*.
3. Untuk mengetahui variasi mana yang lebih efisien dari segi harga dan kualitas betonnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dengan memberikan informasi bahwa pasir pantai sebagai pengganti agregat halus dengan tambahan bahan kimia *Sikacim Concrete Additive* terhadap campuran beton 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

BAB 1 Pendahuluan

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

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

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton dalam Bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam Bahasa Belanda. Dalam Bahasa Inggris, beton disebut dengan *concrete* yang berasal dari Bahasa Latin yaitu *concretus* yang memiliki arti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu.

Menurut SNI 2847:2013, beton (*concrete*) adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton akan mencapai kuat tekan maksimum setelah berumur 28 hari. Beton mampu menahan kuat tekan yang baik sehingga banyak digunakan untuk struktur bangunan, jembatan, dan jalan.

Beton merupakan material komposit yang tersusun dari agregat dan terbungkus oleh matrik semen yang mengisi ruang diantara partikel-partikel sehingga membentuk satu kesatuan (Noviarti dan Muslimin 2020).

Beton sebagai bahan konstruksi yang terdiri dari campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Jika campuran tersebut dituang ke dalam cetakan lalu dibiarkan maka campuran tersebut akan mengeras seperti batu. Pengerasan bisa terjadi karena adanya reaksi kimia dalam jangka panjang antara air dan semen, yang berarti campuran mengeras seiring bertambahnya usia, rongga terbentuk diantara butiran besar (butir kasar, kerikil atau batu pecah) diisi dengan butiran yang lebih kecil (agregat halus dan pasir), dan pori-pori diantara agregat halus diisi dengan semen dan air (pasta semen) (Budiman et al. 2018).

Jika dilihat berdasarkan tekstur permukaannya, secara umum susunan permukaan agregat sangat berpengaruh terhadap kemudahan pekerjaan. Semakin licin permukaan agregat akan semakin mudah beton dikerjakan. Akan tetapi jenis agregat dengan permukaan kasar lebih disukai karena akan menghasilkan ikatan antara agregat dan pasta semen lebih kuat.

Beton mencapai keadaan stabil pada usia 28 hari, pada saat awal pengecoran sampai umur 28 hari beton akan bertambah kekuatannya secara linier dengan cepat setelah itu beton akan mencapai keadaan stabil dan kenaikan kekuatannya akan kecil. Pada kondisi tertentu kekuatan beton akan bertambah sampai tahun pertama tergantung dari bahan-bahan tertentu yang ditambahkan ke dalam beton.

Beton dapat mengandung sejumlah rongga udara yang terperangkap atau dapat juga rongga udara yang sengaja dimasukkan melalui penambahan bahan tambahan. Bahan tambah kimia digunakan untuk mempercepat, memperlambat, memperbaiki sifat kemudahan pengerjaan (*workability*), mengurangi air pencampuran, menambah kekuatan, ataupun mengubah sifat-sifat lain dari beton yang dihasilkan.

Kelebihan beton diantaranya yaitu ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, awet, dan mudah perawatannya. Beton juga memiliki kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*) sehingga pemakaiannya terbatas (Malino et al. 2019).

Beton dapat diklasifikasikan diantaranya sebagai berikut:

a. Beton non struktural

Merupakan beton yang hanya terdiri dari bahan campuran seperti semen, air, dan agregat serta bahan tambah (*admixture*) bila diperlukan.

b. Beton struktural

Merupakan beton yang menggunakan bahan campuran seperti semen, air, agregat, dan bahan tambah (*admixture*) bila diperlukan serta memakai baja tulangan (besi beton).

2.2 Bahan Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi (Zulkarnain et al. 2021).

2.2.1 Semen

Semen adalah bahan perekat hidrolis yang artinya senyawa-senyawa yang terdapat di dalam semen tersebut mengalami reaksi dengan air yang kemudian membentuk zat yang digunakan untuk merekatkan batu bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya (Passa dan Safitri 2021).

Menurut (Dewi, Jaya, dan Hermala 2022), semen dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Semen non hidraulis

Semen non hidrolis merupakan semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air. Contohnya adalah kapur.

2. Semen hidraulis

Semen hidraulis merupakan semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Contohnya adalah semen *Portland*, semen *pozzolan*, semen alumina, semen terak, semen alam dan lain-lain.

Semen *portland* adalah semen yang dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan yang mengandung kalsium karbonat seperti kapur dengan bahan lain yang mengandung silica, alumina dan oksida besi seperti lumpur atau tanah liat. Bahan-bahan ini kemudian dicampur menjadi satu. Campuran ini kemudian dipanaskan sehingga terbentuklah klinker. Klinker ini kemudian dihaluskan menjadi bubuk dan dicampurkan dengan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan tambahan (Hermawan 2018).

Menurut (Passa dan Safitri 2021), semen *Portland* terbagi menjadi lima tipe yaitu sebagai berikut.

1. Tipe I

Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada tipe yang lain. Semen tipe 1 ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen *Portland*.

2. Tipe II

Semen tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Pelabuhan
- Pondasi atau *basement* dimana tanah atau air tanah terkontaminasi oleh sulfat

- Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- Saluran air bangunan atau limbah

3. Tipe III

Semen dengan tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Beton pracetak
- Bangunan yang membutuhkan pembongkaran *bekisting* yang cepat
- Perbaikan beton
- Pembetonan di daerah dingin

4. Tipe IV

Semen dengan tipe ini memiliki kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan sebagai berikut.

- Konstruksi
- *Basement*
- Bangunan pada daerah panas

5. Tipe V

Semen tipe ini sama dengan semen tipe 2 dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat.

Penggunaan semen merupakan hal penting dalam kemudahan pengerjaan (*workability*) karena semen berfungsi sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat (Siregar, Turnip, dan Ginting 2022).

2.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan campuran beton. Air berfungsi agar membuat semen bereaksi dengan agregat kasar dan agregat halus kemudian menjadi satu kesatuan. Pencampuran air dan semen akan menimbulkan suatu reaksi kimia yang disebut dengan hidrasi (Dewi et al. 2022).

Penggunaan air dalam campuran beton tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan kekuatan beton yang rendah. Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-garaman, zat organis yang dapat merusak beton. Selain itu air juga digunakan dalam

perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor (Mulyadi, Diawarman, dan Ismail 2018).

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada hal-hal berikut.

1. Sifat *workability* adukan beton
2. Besar kecilnya nilai susut beton
3. Kelangsungan reaksi dengan semen *portland*, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

2.2.3 Agregat

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat merupakan material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik.

Menurut (Hermawan 2018), berdasarkan ukurannya agregat terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut.

1. Agregat halus

Agregat halus merupakan agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil yaitu 0,15-5mm. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No.200 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton (Mulyadi et al. 2018)

2. Agregat kasar

Agregat kasar merupakan agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya tertahan di ayakan 4,75 mm (No.4 sesuai standart ASTM). Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dan agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat alkali (Mulyadi et al. 2018).

2.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) merupakan bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama proses pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu ataupun untuk menghemat biaya.

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan tetap harus pada pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan karena apabila jumlah bahan tambah yang diberikan itu berlebihan dapat memperburuk sifat beton.

2.3 Pasir Pantai

Pasir pantai merupakan salah satu jenis material agregat halus yang memiliki ketersediaan yang jumlahnya cukup besar, namun secara kualitas pasir pantai perlu diteliti lebih lanjut lagi terhadap struktur beton. Pasir pantai memiliki butiran yang halus dan bulat. Pasir ini merupakan pasir yang tidak disarankan dalam pembuatan beton karena pasir pantai memiliki kandungan garam. Garam ini menyerap air dari udara dan ini menyebabkan pasir pantai selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan (Tata 2019).

Karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memiliki peran yang penting dalam menentukan kualitas beton yang akan dihasilkan karena agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir laut sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar.

British Code CP 110:1972 memberikan batasan maksimum kandungan garam (*NaCl*) pada pasir pantai sebagai agregat halus adalah sebesar 1% dari berat semen yang digunakan.

Pasir pantai yang tidak dipengaruhi air pasang memiliki kadar garam yang rendah jika dibandingkan dengan pasir pantai yang dipengaruhi air pasang. Kelemahan dari pasir pantai ini adalah tidak dapat digunakan pada beton bertulang karena dapat menyebabkan korosi pada baja tulangan.

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

2.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat jumlah air dengan jumlah berat semen. Faktor air semen ini memegang peran penting dalam menentukan kuat tekan beton. Umumnya nilai faktor air semen (FAS) yang digunakan dalam campuran beton adalah 0,4 untuk nilai minimumnya dan 0,65 untuk nilai maksimumnya (Pah et al. 2022).

Semakin tinggi nilai faktor air semen (FAS) maka kekuatan beton akan mengalami penurunan. Akan tetapi jika semakin rendah nilai faktor air semen (FAS) maka kekuatan beton juga tidak selalu mengalami peningkatan. Jika semakin rendah nilai FAS biasanya beton akan semakin sulit dipadatkan. Oleh karena itu perbandingan berat jumlah air dengan jumlah berat semen harus seimbang agar menghasilkan nilai FAS yang optimal agar beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang sesuai dengan standar (Rulian dan Saelan 2021).

2.5 Sikacim Concrete Additive

Dewasa ini dalam praktek pembuatan beton, bahan tambahan baik itu *additive* maupun *admixture* merupakan bahan yang dianggap penting. Penggunaan bahan tersebut bertujuan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat yang diinginkan. Adapun zat *additive* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Sikacim Concrete Additive*. *Sikacim Concrete Additive* merupakan bahan kimia berbentuk cairan dengan jenis *superplasticizer* yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan pada beton (Yanti 2021).

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 dan Adman 2019).

2.6 *Slump Test*

Slump merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. *Slump* merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai *workability* yang tinggi) (Gobel 2017).

Tujuan dari pengujian *slump* adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu. *Slump* didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (Ubaidi dan Pratiwi 2020).

Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan ke dalam wadah kerucut terpancung yang memiliki diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm serta dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat ke atas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat (Ubaidi dan Pratiwi 2020).

Nilai *slump* dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi faktor air semen maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai *slump* lebih tinggi. Jika semakin besar nilai *slump* berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan (Ubaidi dan Pratiwi 2020).

2.7 Pengujian Kuat Geser Beton

Kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya-gaya lateral. Geser dalam beton selalu diikuti oleh desak dan tarik oleh lenturan. Kuat geser beton menjadi suatu perhatian penting karena kapasitas geser beton harus rendah

jika dibandingkan dengan kemampuannya dalam menahan gaya tekan, dimana kekuatan geser beton mutu tinggi hanya berkisar antara 10-14% dari kuat tekan beton mutu tinggi (Azmi et al. 2019).

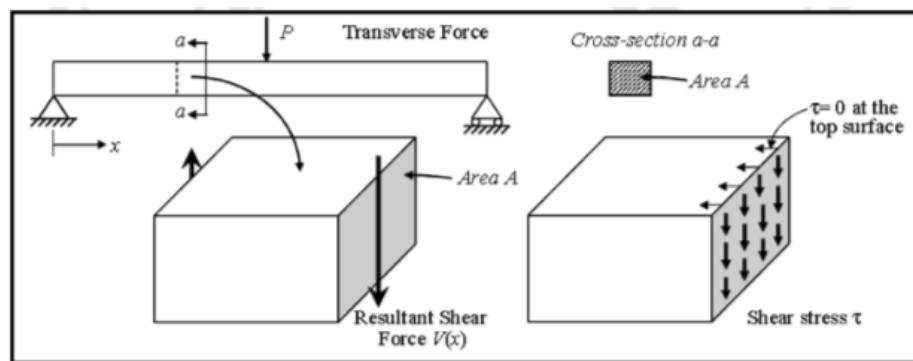
Kuat geser sulit untuk ditentukan secara eksperimental dibandingkan dengan kuat mekanis lainnya karena kesulitan mengisolasi geser dari kuat tekan lain. Kuat geser dalam berbagai studi eksperimental menunjukkan variasi 20% hingga 85% dibandingkan dengan kuat tekan (Haq dan Andayani 2017).

Percobaan tegangan geser dapat menggunakan sistem pembebanan *third point loading* dimana dari percobaan ini didapat nilai beban yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat geser beton dengan persamaan berikut ini (Haq dan Andayani 2017).

$$v = \frac{V}{b \cdot d} \quad (2.1)$$

Dimana :

- v = tegangan geser rata-rata (MPa)
- V = gaya geser (N)
- b = lebar balok (mm)
- d = tinggi bidang geser (mm)



Gambar 2.1: Gaya geser pada balok

2.8 Penelitian Terdahulu

Menurut hasil penelitian Nur Koidah dan Agus Setiawan (2022), menyatakan bahwa pengujian kuat tekan beton benda uji silinder dengan pasir lumajang mempunyai kuat tekan rata-rata 30,8 MPa, pasir lumajang 50% + pasir kalayar

mempunyai kuat tekan rata-rata 25,9 MPa, pasir lumajang 50% + pasir lorena mempunyai kuat tekan rata-rata 27,0 MPa, pasir klayar mempunyai kuat tekan rata-rata 20,4 MPa, pasir lorena mempunyai kuat tekan rata-rata 23,0 Mpa. Dari hasil pengujian bisa ditarik kesimpulan bahwa pasir pantai bisa untuk tambahan pembuatan beton.

Menurut hasil penelitian Hekmatyar Aslamthu Haq dan Relly Andayani (2017), menyatakan bahwa penambahan serat kawat bendrat mengurangi *workability* lebih besar dibandingkan dengan serat ijuk, oleh karena itu dilakukan pecampuran antara keduanya yaitu dengan kombinasi 0,25% serat kawat bendrat + 0,75% serat ijuk (1); 0,5% serat kawat bendrat + 0,5% serat ijuk (2); dan 0,75% serat kawat bendrat + 0,25% serat ijuk (3) dari volume beton. Benda uji untuk kuat geser berbentuk balok dengan dimensi 37x10x10 cm sebanyak 12 buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan geser tertinggi didapat oleh beton dengan kombinasi 3 dengan nilai kuat geser rata-rata meningkat 83,63% dari kuat geser beton tanpa serat, sedangkan untuk beton dengan kombinasi 2 meningkat 43,80% dan untuk beton dengan kombinasi 1 meningkat 13,05%.

Menurut hasil penelitian Nazalul Azmi, Teuku Budi Aulia, dan Muttaqin Hasan (2019), menyatakan bahwa abu cangkang sawit yang digunakan sebesar 10% dari berat semen. *Superplasticizer* yang digunakan ada 3 jenis, yaitu *Sikament LN* 1%, *sikament NN* dan *viscocrete-10* 1,5% dari berat semen. Pengujian kuat geser untuk setiap variabel 5 benda uji dilakukan pada umur 28 hari dan 56 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat geser pada umur 28 hari yaitu 5,794 MPa untuk beton mutu tinggi normal, 6,741 MPa untuk *Sikament LN*, 7,671 MPa untuk *sikament NN*, dan 8,559 MPa untuk *viscocrete-10*. Pada umur 56 hari kuat geser yang didapatkan adalah 6,200 MPa untuk beton mutu tinggi normal, 7,026 MPa untuk *sikament LN*, 7,950 MPa untuk *sikament NN*, dan 9,777 MPa untuk *viscocrete-10*.

Menurut Mulyati dan Aidi Adman (2019), dalam penelitian ini dibuat campuran beton tanpa bahan tambah, dan dengan bahan tambah kombinasi cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat agregat dan semen, dengan *sikacim concrete additive* 0,7% dari volume air. Benda uji berbentuk kubus 15 cm

× 15 cm × 15 cm, dengan rancangan campuran beton K₂₅₀ menggunakan metode SNI 03-2834-1993, untuk pengujian kuat tekan beton umur 28 hari menggunakan metode SNI 03- 1974-1990. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat diketahui pengaruh penambahan cangkang kemiri dan *sikacim concrete additive* pada campuran beton normal, ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan signifikan. Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dengan *sikacim concrete additive* 0,7% pada campuran beton, terjadi peningkatan berturut-turut sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa peningkatan penambahan cangkang kemiri dengan *sikacim concrete additive* dalam jumlah tetap dalam campuran beton maka kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang melakukan suatu proses atau percobaan untuk mendapatkan data dan menganalisa data yang diperoleh. Dalam penelitian ini metodologi berfungsi sebagai panduan kegiatan dalam pengumpulan data.

3.2 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti :

- a. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969:2016)
- c. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970:2016)
- d. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971:2011)
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat (SNI 03-4141, 1996)
- f. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973:2008)
- g. Perencanaan campuran beton (*mix design*) (SNI 7656:2012)
- h. Kekentalan adukan beton segar (*slump*) (SNI 1972:2008)
- i. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011)
- j. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 03-2495, 1991)
- k. Uji kuat geser beton

3.2.2 Data Sekunder

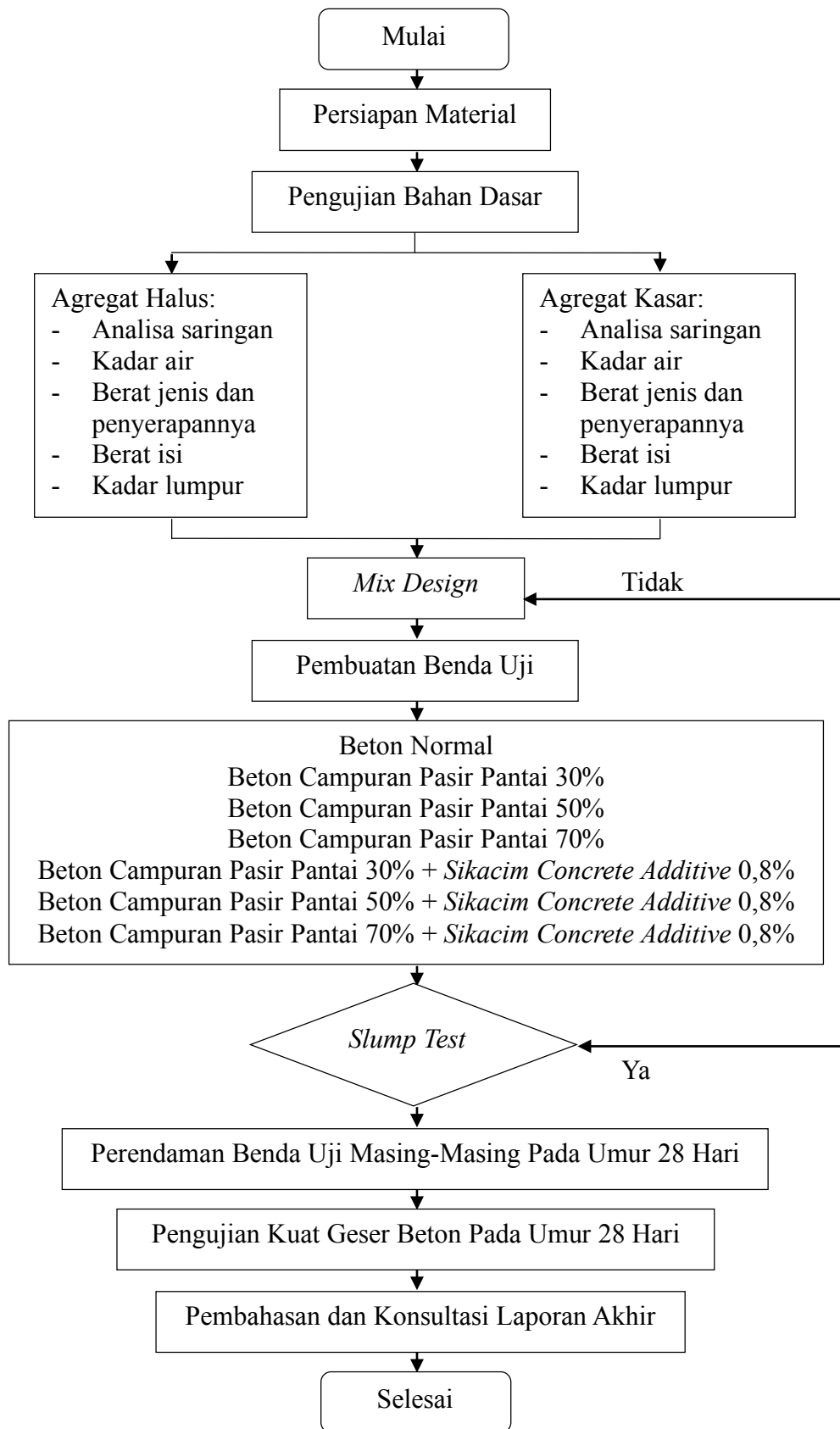
Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 7656:2012 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara

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. Sedangkan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan maka dapat dilakukan pengujian material, pengujian material mencakup seluruh bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, pengujian semen, pengujian air dan pasir pantai sebagai bahan pengganti agregat halus dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai kuat geser dalam beton.

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 geser 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 singkat penelitian yang dilaksanakan

3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton atau literatur dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan pengujian kuat geser diuji di Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dimulai pada tanggal 19 Mei.

3.3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen. Rancangan penelitian ini menggunakan campuran pasir pantai dengan persentase 30%, 50%, dan 70% dan bahan tambah kimia *Sikacim Concrete Additive* dengan persentase 0,8%. Benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk balok untuk menguji kuat geser beton. Jumlah sampel penelitian sebanyak 21 buah dengan umur 28 hari. Untuk lebih jelasnya persentase pasir pantai dan *Sikacim Concrete Additive* pada pembuatan benda uji kuat geser beton akan disajikan ke dalam bentuk tabel seperti di bawah ini.

Tabel 3.1: 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	BTTP 30%	100%	70%	30%	0%	3
3	BTTP 50%	100%	50%	50%	0%	3
4	BTTP 70%	100%	30%	70%	0%	3

Tabel 3.1: *Lanjutan*

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*

3.4 Bahan dan Peralatan

3.4.1 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.

3.4.2 Peralatan

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 balok
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. *Loading frame*

Merupakan alat untuk menguji kuat geser beton.

16. Plat konus besi

Berfungsi sebagai tumpuan pada benda uji.

3.5 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai di lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan 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 adalah 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 adalah 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 3.2: 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)	$\frac{A}{(B + A - C)}$
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 3.3: 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 Mix Design

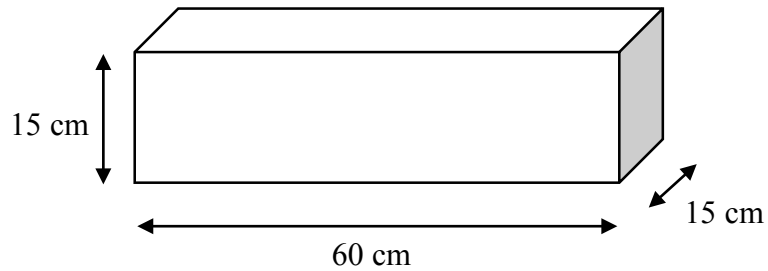
Mix design dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan dan seekonomis mungkin.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 7656:2012 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang *mix design*.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Benda uji ini berbentuk balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 21 buah 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 balok beton

3.9 Slump Test

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.

Alat uji *slump* beton harus berupa cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta beton. Ketebalan logam tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm. Cetakan uji *slump* harus berbentuk kerucut terpancang dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 107 mm, tinggi 305 mm.

Penetapan nilai *slump* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut ini.

1. Cara pengangkatan adukan beton
2. Cara penuangan adukan beton
3. Cara pengadukan beton segar

4. Jenis struktur yang dibuat

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1972:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang *slump test*.

Prosedur percobaan *slump test* adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Letakkan kerucut abrams di atas papan.
3. Menekan pegangan dasar kerucut dengan kaki dan posisi yang membungkuk.
4. Mengisi kerucut dengan adukan beton sebanyak 1/3 tinggi kerucut, lalu merojoknya dengan batang baja 25 kali di tempat yang berlainan.
5. Mengisi lagi 2/3 tinggi kerucut dan merojoknya 25 kali.
6. Mengisi kerucut dengan adukan beton sampai penuh.
7. Merojoknya 25 kali lalu ratakan permukaannya.
8. Tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut secara vertical dengan hati-hati sampai adukan beton terlepas.
9. Mengukur tinggi adukan beton dengan penggaris.
10. Selisih tinggi antara adukan beton dengan tinggi kerucut merupakan nilai *slump*.
11. Jika nilai *slump* yang didapat <3-6 cm maka belum memenuhi syarat yang ditetapkan.
12. Ulangi lagi langkah 4-10 jika belum memenuhi syarat.

3.10 Perendaman Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan maka dilakukan perawatan benda uji dengan perendaman dalam air sampai uji kuat geser dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

3.11 Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat geser beton setelah 28 hari. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm. Jumlah benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat geser ini adalah 21 buah. Pengujian kuat geser dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji balok (60 cm x 15 cm x 15 cm).

2. Timbang benda uji dan catat berat benda uji.
3. Masukkan benda uji ke tengah penguji tekanan beton.
4. Operasikan *loading frame*, lakukan pembebanan merata hingga bidang geser benda uji menjadi hancur.

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 Hasil Pemeriksaan Agregat

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

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

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.

4.3.1 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)					
36,1 mm (1 ½ inci)					
25,4 mm (1 inci)			0,00	100	
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.

4.3.2 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
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%.

4.3.3 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

Tabel 4.3: *Lanjutan*

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 $2,22 \text{ gr/cm}^3$ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar $2,25 \text{ gr/cm}^3$, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar $2,24 \text{ gr/cm}^3$. 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%.

4.3.4 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 $1,27 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,45 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat kasar sebesar $1,37 \text{ gr/cm}^3$.

4.3.5 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
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%.

4.4 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.

4.4.1 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	
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 sesuai dengan ASTM C33-97 yang diizinkan yaitu 2,3% sampai 3,1%.

4.4.2 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%.

4.4.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berpedoman pada (SNI 1970:2008). 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

Tabel 4.8: *Lanjutan*

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%.

4.4.4 Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat halus ini mengacu pada (SNI 1973:2008). 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 $0,99 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,07 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $1,33 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar $1,13 \text{ gr/cm}^3$.

4.4.5 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
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%.

4.5 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

Tabel 4.12: *Lanjutan*

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>	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan (%)	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
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.

- 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

Tabel 4.15: *Lanjutan*

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	= 813,33 kg
Jumlah	= 1354,40 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
<hr/>		
Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	= 0,685 m ³	
Volume agregat halus dibutuhkan	= 1 – 0,685	= 0,315 m ³
Berat agregat halus kering yang dibutuhkan	= 0,315 x 3,03 x 1000	= 954,70 kg

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, jumlah yang dibutuhkan adalah $W_c = 2368,33 \text{ kg}$.

4.6 Kebutuhan Beton

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

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

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 Binjai (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	BTPPS 30%	100% 13,61	0,8% 0,11	70% 29,73	30% 12,74	100% 33,06	100% 6,79
6	BTPPS 50%	100% 13,61	0,8% 0,11	50% 21,23	50% 21,23	100% 33,06	100% 6,79
7	BTPPS 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

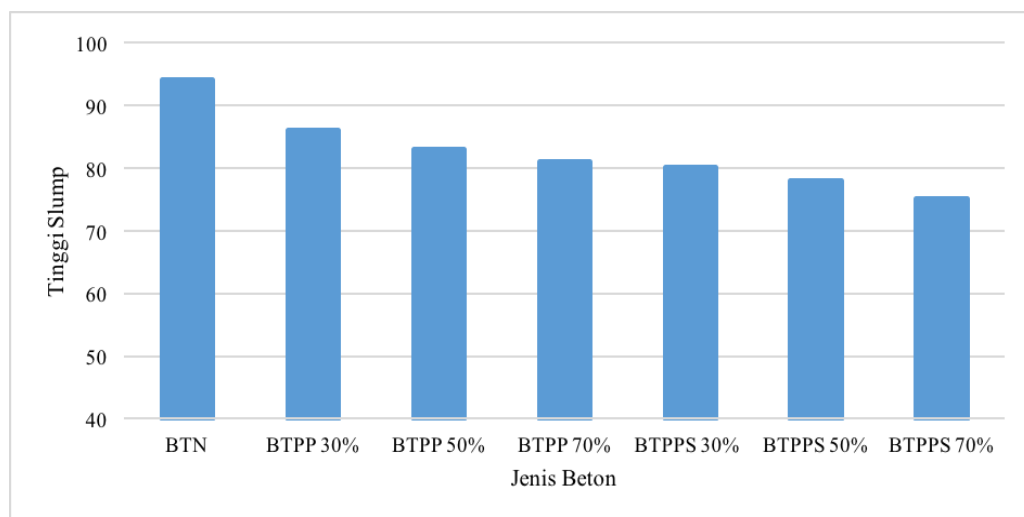
4.7 Slump Test

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: *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*

4.8 Kuat Geser Beton

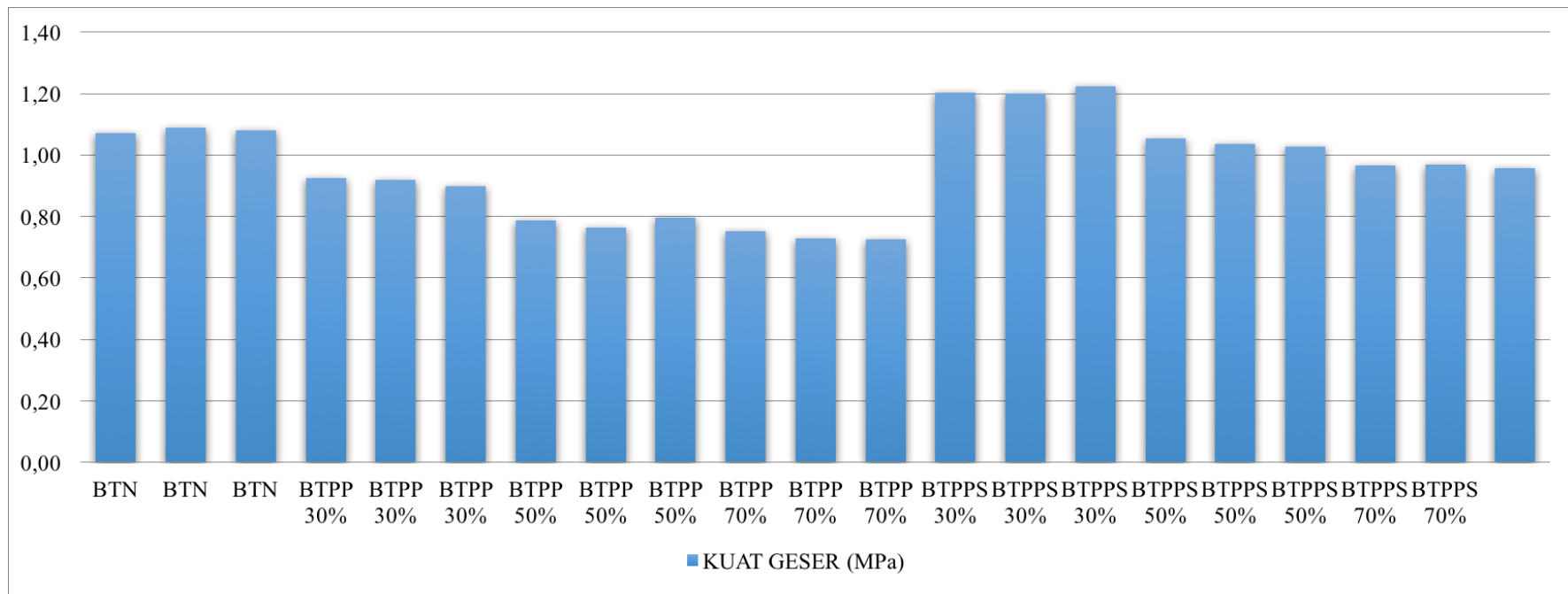
Berikut ini merupakan hasil pengujian kuat geser beton.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat geser beton

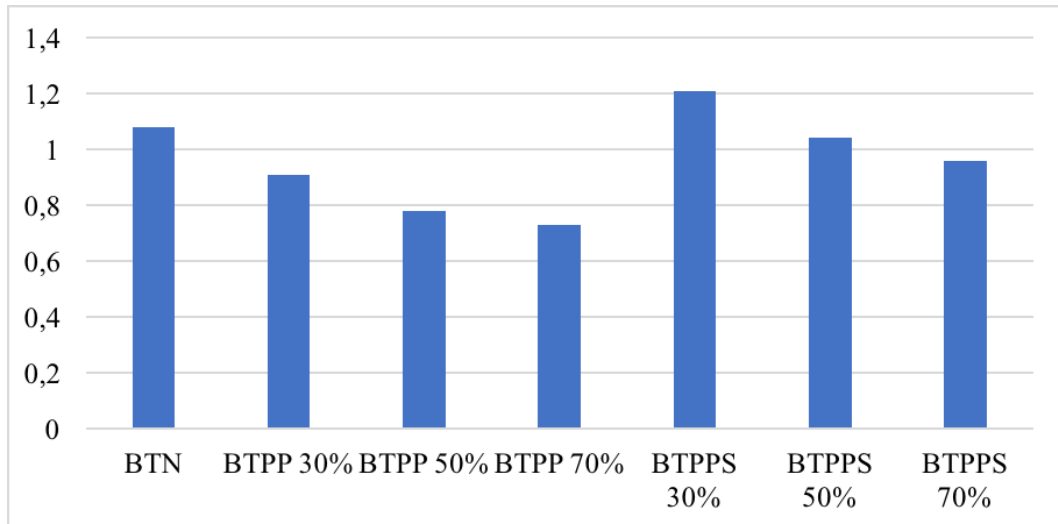
No.	Kode	Umur	Ukuran Benda Uji (mm)			Tinggi Bidang Geser (d) (mm)	Beban (N)	Kuat Geser (MPa)	Kuat Geser Rata-Rata (MPa)
			l	b	h				
1	BTN 1	28	600	150	150	150	24100	1,07	1,08
2	BTN 2	28	600	150	150	150	24500	1,08	
3	BTN 3	28	600	150	150	150	24300	1,08	
4	BTPP 30%	28	600	150	150	150	20800	0,92	0,91
5	BTPP 30%	28	600	150	150	150	20700	0,92	
6	BTPP 30%	28	600	150	150	150	20200	0,90	
7	BTPP 50%	28	600	150	150	150	17700	0,79	0,78
8	BTPP 50%	28	600	150	150	150	17200	0,76	
9	BTPP 50%	28	600	150	150	150	17900	0,80	
10	BTPP 70%	28	600	150	150	150	16900	0,75	0,73
11	BTPP 70%	28	600	150	150	150	16400	0,73	
12	BTPP 70%	28	600	150	150	150	16300	0,72	
13	BTPPS 30%	28	600	150	150	150	27100	1,20	1,21
14	BTPPS 30%	28	600	150	150	150	27000	1,20	
15	BTPPS 30%	28	600	150	150	150	27500	1,22	
16	BTPPS 50%	28	600	150	150	150	23700	1,05	1,04
17	BTPPS 50%	28	600	150	150	150	23300	1,04	
18	BTPPS 50%	28	600	150	150	150	23100	1,03	

Tabel 4.20: Lanjutan

19	BTPPS 70%	28	600	150	150	150	21700	0,96	0,96
20	BTPPS 70%	28	600	150	150	150	21800	0,97	
21	BTPPS 70%	28	600	150	150	150	21500	0,96	



Gambar 4.2: Diagram batang kuat geser



Gambar 4.3: Diagram batang kuat geser rata-rata

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai kuat geser rata-rata beton variasi tertinggi diperoleh oleh BTPPS 30% yang mengalami kenaikan sebesar 12% dari beton variasi BTN. Sedangkan nilai kuat geser rata-rata paling rendah diperoleh oleh BTPP 70% yang mengalami penurunan sebesar 32% dari beton variasi BTN.

4.9 Analisis Harga

Berikut ini akan diuraikan analisis harga per 3 benda uji balok beton.

Tabel 4.21: Analisis harga beton variasi BTN

BTN			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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 harga beton variasi BTTP 30%

BTTP 30%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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			Rp 37.000

Tabel 4.23: Analisis harga beton variasi BTTP 50%

BTTP 50%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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
TOTAL			Rp 34.450

Tabel 4.24: Analisis harga beton variasi BTTP 70%

BTTP 70%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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 harga beton variasi BTPPS 30%

BTPPS 30%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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
Sika	0,11 kg	Rp 55.000/900 ml	Rp 7.000
TOTAL			Rp 44.000

Tabel 4.26: Analisis harga beton variasi BTPPS 50%

BTPPS 50%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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
Sika	0,11 kg	Rp 55.000/900 ml	Rp 7.000
TOTAL			Rp 41.450

Tabel 4.27: Analisis harga beton variasi BTPPS 70%

BTPPS 70%			
Jenis Material	Kebutuhan Material (3 benda uji)	Harga Material	Biaya Yang Dibutuhkan (3 benda uji)
Air	6,79 kg	0	0
Semen	13,61 kg	Rp 1.300/kg	Rp 17.693
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
Sika	0,11 kg	Rp 55.000/900 ml	Rp 7.000
TOTAL			Rp 38.903

Berdasarkan tabel-tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa beton variasi BTPPS 30% ini merupakan variasi yang paling efisien dari segi harga dan juga kualitasnya. Hal ini dikarenakan pasir pantai memiliki harga yang lebih ekonomis dibandingkan dengan pasir sungai.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian yang telah dilakukan pengaruh pasir pantai terhadap kuat geser beton pada benda uji balok memiliki nilai yang termasuk rendah. Hal ini dikarenakan pasir pantai mengandung garam-garaman yang tidak baik untuk beton. Akan tetapi pada variasi beton pasir pantai + *sikacim concrete additive* mengalami kenaikan nilai kuat geser. Hal ini dikarenakan *sikacim concrete additive* dapat menaikkan kualitas beton.
2. Perbandingan antara BTN dengan variasi beton pasir pantai tanpa *admixture* pada variasi BTTP 30% adalah 1:0,84, BTTP 50% adalah 1:0,72, dan BTTP 70% adalah 1:0,68. Perbandingan antara BTN dengan variasi beton pasir pantai + *sikacim concrete additive* pada variasi BTTPS 30% adalah 1:1,12, BTTPS 50% adalah 1:0,96, dan BTTPS 70% adalah 1:0,89.
3. Dari segi harga dan juga kualitasnya, beton yang menggunakan pasir pantai 30% + *sikacim concrete additive* merupakan variasi yang lebih efisien dibandingkan dengan beton normal dan beton variasi lainnya. Hal ini dikarenakan pasir pantai harganya lebih ekonomis jika dibandingkan dengan pasir sungai.

5.2 Saran

1. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut lagi mengenai pemakaian pasir pantai dan *sikacim concrete additive* dengan variasi yang lebih banyak lagi agar mengetahui sampai batas persentase dimana yang mampu membuat kuat geser beton mengalami kenaikan dan tidak turun lagi.
2. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut lagi tentang kuat geser beton dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda.
3. Selalu diskusikan permasalahan dalam penelitian dengan dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, N., Aulia, T. B., & Hasan, M. (2019). Studi Kuat Geser Beton Mutu Tinggi dengan Variasi Jenis Superplasticizer Menggunakan Bahan Tambah Abu Cangkang Sawit. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(2), 71–77.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. SNI 03-2495-1991. Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-4141-1996. Kadar Lumpur Agregat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1972:2008. Cara Uji *Slump* Beton. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1973:2008. Berat Isi Agregat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 1971:2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 2493:2011. Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Di Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 7656:2012. Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1969:2016. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1970:2016. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Budiman, W. J. W., Sipil, J. T., Fakkaf, P. N., & Merah, A. (2018). Penambahan Serat Yang Optimal Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal Penggunaan beton sebagai bahan bangunan telah lama dikenal . Beton dari agregat dan terbungkus oleh matrik semen membentuk satu menjadi tiga klasifikasi , yaitu beton normal , desak. *Inovtek Polbeng*, 8(2), 168–174.

- Dewi, S. U., Jaya, F. H., & Hermala, D. A. (2022). Analisis Pemanfaatan Bahan Limbah Rumah Tangga Sebagai Campuran Beton Mutu Rendah. *Analisi Pemanfaatan Bahan Limbah Rumah Tangga Sebagai Campuran Beton Mutu Rendah*, 12(1), 71–78.
- 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.
- Gobel, F. M. Van. (2017). Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa, dan Teknologi*, 5(1), 22–33. <https://stitek-binataruna.e-journal.id>
- Haq, H. A., & Andayani, R. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Dan Serat Ijuk Pada Beton K-225 Terhadap Kuat Geser the Effect of Bendrat Fiber and Palm Fiber Increment on K-255 Concrete Toward Shear Streght. *Jurnal Desain Konstruksi*, 16(1), 76–82.
- 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>
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, D. B. (2019). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), 711–722.
- Mulyadi, A., Diawarman, D., & Ismail, D. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-175. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 68–75. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v8i2.12>
- 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>
- Noviarti, D., & Muslimin, M. (2020). Analisa Penambahan Zat Adiktif Superplacitizer Dan Serat Steel Fiber Terhadap Mutu Beton K. 300 Dalam 7 Hari. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(2), 142. <https://doi.org/10.35449/teknika.v7i2.136>
- Pah, J. J. S., Tulle, P. M., Bella, R. A., & Sina, D. A. T. (2022). Hubungan Faktor Air-Semen dan Fakto Air-Foam terhadap Kuat Tekan dan Berat Volume Bara Ringan CLC. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 119–132.
- Passa, R. M. J., & Safitri, D. (2021). Waktu Pengikat Semen Portland (Konsistensi Normal) dengan Alat Vicat. 1(3), 1–13.

- Rulian, N. F., & Saelan, P. (2021). Kajian Batasan Nilai Faktor Air Semen pada Campuran Beton di Lingkungan Korosif. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 123. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i2.123>
- Siregar, R., Turnip, E., & Ginting, R. (2022). 1,2,3). *Perencanaan Kuat Tekan Dan Tarik Beton Menggunakan Agregat Dari Desa Janji Kab. Labura f'c 30 MPa (Studi Laboratorium)*, 10, 71–79.
- Tata, A. (2019). Sifat Mekanis Beton dengan Campuran Pasir Pantai dan Air Laut. *Jurnal Teknologi Sipil*, 3(1), 65–71.
- Ubaidi, B., & Pratiwi, D. (2020). Pengaruh waktu perjalanan beton ready mix terhadap uji slump test pada proyek lampung city. *Jurnal SENDI*, 02(01), 30–37. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipilJurnalTeknikSipil>
- Widodo, A., & Basith, M. A. (2017). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(2), 115–120. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v19i2.12138>
- Yanti, G. (2021). *Variasi penambahan sikacim pada beton porous*. 10, 112–123. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2617.112-123>
- Zulkarnain, F., Kamil, B., Utara, S., & Kapten Mukhtar Basri No, J. (2021). Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut*, 1–10. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Foto Dokumentasi pada saat Penelitian



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*



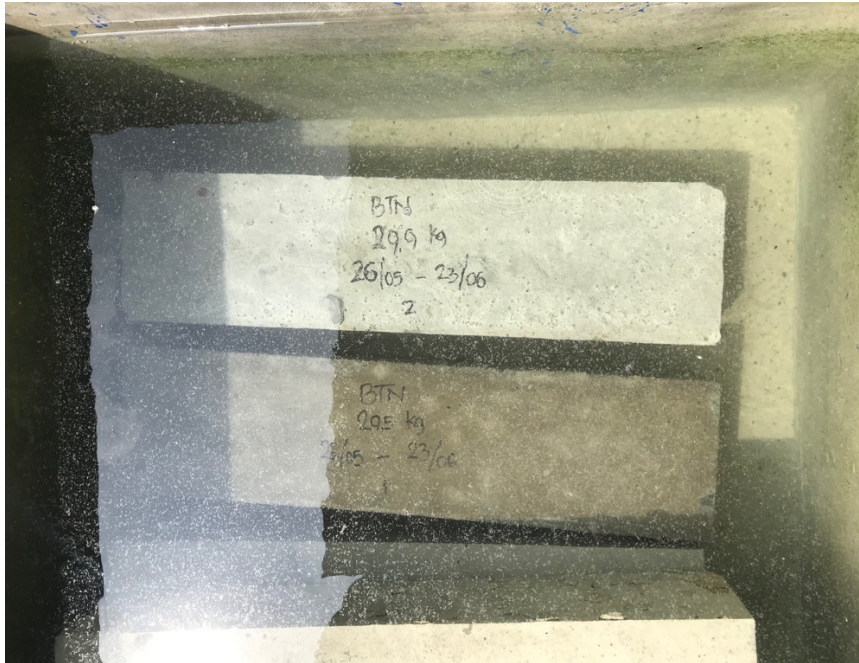
Gambar L.6: Proses pembuatan beton



Gambar L.7: Pengujian *slump test*



Gambar L.8: Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting



Gambar L.9: Benda uji balok saat perendaman



Gambar L.10: Benda uji balok ditimbang sebelum diuji



Gambar L.11: Pengujian kuat geser balok beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Putri Aulia
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Lampung, 12 September 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Jalan Kapten Muslim Gg. Mortir No. 3
Nama Ayah : Toto Suhendra
Nama Ibu : Marliah
HP : 08126079799
E-mail : putri.aulia12@icloud.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri No. 3, Medan, 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD Swasta Ikal	2007-2013
Sekolah Menengah Pertama	SMP Kartika I-2 Medan	2013-2016
Sekolah Menengah Atas	SMA Kartika I-2 Medan	2016-2019