

TUGAS AKHIR
PENGARUH SERBUK BIJI SALAK SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DENGAN ADITIF
***BESTMITTEL* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON**

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

Disusun Oleh :

Andil Wira Yustisi Siregar
2107210182



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : ANDIL WIRA YUSTISI SIREGAR

NPM : 2107210182

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Serbuk Biji Salak Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dengan Aditif *Bestmittel* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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 SKRIPSI

Medan, 01 Agustus 2025

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : ANDIL WIRA YUSTISI SIREGAR

NPM : 2107210182

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Serbuk Biji Salak Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dengan Aditif *Bestmittel* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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, 01 Agustus 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



(Rizki Efrida, S.T, M.T)

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain)



(Muhammad Husin Gultom, ST., MT)

Program Studi Teknik Sipil

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D.)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : ANDIL WIRA YUSTISI SIREGAR

Tempat/Tanggal Lahir : Pekanbaru, 26 Agustus 2003

NPM : 2107210182

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

"Pengaruh Serbuk Biji Salak Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dengan Aditif *Bestmittel* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal 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/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.

Medan, 01 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,



ANDIL WIRA YUSTISI SIREGAR

ABSTRAK

PENGARUH SERBUK BIJI SALAK SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DENGAN ADITIF *BESTMITTEL* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON

Andil Wira Yustisi Siregar

2107210182

Rizki Efrida, S.T., M.T.

Beton merupakan material yang telah banyak digunakan sebagai bahan industri konstruksi. Salah satu bahan penyusun beton adalah pasir. Pasir diperoleh dengan cara ditambang, penambangan pasir yang berlebihan dan tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Sebagai upaya pencegahan, maka dilakukan pemanfaatan limbah sebagai alternatif lain pengganti pasir. Kemudian untuk meningkatkan kualitas beton limbah maka ditambahkan zat *additive*. Studi ini dilaksanakan untuk mengevaluasi dampak dari substitusi parsial agregat halus menggunakan limbah biji salak dan semen menggunakan zat *additive Bestmittel* terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan beton variasi serbuk biji salak (BS) 3%, 5%, dan 7% serta *Bestmittel* 0,8% (BS+B) dari berat masing-masing agregat pada umur 14 dan 28 hari. Analisis data eksperimen menunjukkan beton dengan serbuk biji salak sebagai substitusi agregat halus mengalami penurunan kuat tekan, tetapi jika ditambah *Bestmittel* sebagai substitusi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton. Perbandingan kuat tekan Variasi Tertinggi : Variasi Terendah : Beton Normal pada umur 14 hari yaitu 1,05 : 0,90 : 1 dan pada umur 28 hari yaitu 1,05 : 0,91 : 1.

Kata Kunci : Limbah Biji Salak, *Additive Bestmittel*, Substitusi, Kuat Tekan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ZALAK SEED POWDER AS A PARTIAL REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE WITH THE ADDITIVE BESTMITTEL ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

Andil Wira Yustisi Siregar

2107210182

Rizki Efrida, S.T., M.T.

Concrete is a material that has been widely used as a construction industry material. One of the components of concrete is sand. Sand is obtained by mining, excessive and uncontrolled sand mining can cause environmental damage. As a preventative measure, waste is utilized as an alternative to sand. Then to improve the quality of waste concrete, additives are added. This study was conducted to evaluate the impact of partial substitution of fine aggregate using salak seed waste and cement using Bestmittel additives on the compressive strength of concrete. This study used concrete variations of salak seed powder (BS) 3%, 5%, and 7% and Bestmittel 0.8% (BS+B) of the weight of each aggregate at the age of 14 and 28 days. Analysis of experimental data showed that concrete with salak seed powder as a fine aggregate substitute experienced a decrease in compressive strength, but if Bestmittel was added as a cement substitute, it could increase the compressive strength of the concrete. Comparison of compressive strength of Highest Variation : Lowest Variation : Normal Concrete at the age of 14 days is 1.05 : 0.90 : 1 and at the age of 28 days is 1.05 : 0.91 : 1.

Keywords: Salak Seed Waste, Additive Bestmittel, Substitution, Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan karunia-Nya dan nikmat yang tiada terkira. Dengan nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Serbuk Biji Salak Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dengan Aditif *Bestmittel* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

- 1 Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 2 Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 3 Bapak Muhammad Husin Gultom, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II dan sekaligus yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 4 Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 5 Bapak Assoc. Prof. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 6 Bapak Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

- 7 Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
- 8 Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 9 Kepada Orang Tua dan keluarga, yang tidak pernah mendoakan dan mendukung.
- 10 Semua teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu.

Medan, 01 Agustus 2025

Andil Wira Yustisi Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Beton	4
2.2 Material Penyusun Campuran Beton	4
2.2.1 Semen	5
2.2.2 Agregat Halus	5
2.2.3 Agregat Kasar	7
2.2.4 Air	9
2.3 Buah Salak	9
2.4 Zat additive <i>Bestmittel</i>	9
2.5 Kuat Tekan Beton	10
2.6 Penelitian Terdahulu	10
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Bagan Alir	14
3.2 Metode Penelitian	15

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.4 Material Penyusun Beton	15
3.4.1 Semen	15
3.4.2 Agregat Halus	15
3.4.3 Agregat Kasar	16
3.4.4 Air	16
3.4.5 Limbah Biji Salak	16
3.4.6 Zat Additive	17
3.5 Jumlah Benda Uji	17
3.6 Langkah-Langkah Pengujian	18
3.6.1 Persiapan Alat dan Bahan	19
3.6.2 Pengujian Analisa Saringan	20
3.6.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan	20
3.6.4 Pengujian Berat Isi Agregat	21
3.6.5 Pengujian Kadar Air	22
3.6.6 Pengujian Kadar Lumpur	22
3.6.7 Desain Komposisi Campuran (<i>Mix Design</i>)	23
3.6.8 <i>Slump Test</i>	23
3.6.9 Pembuatan Benda Uji	24
3.6.10 Perawatan (<i>Curing</i>) Benda Uji	25
3.6.11 Pengujian Kuat Tekan	25
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	26
4.1 Data Analisa Pemeriksaan Material Agregat	26
4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	27
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	27
4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	28
4.2.3 Berat Isi Agregat Kasar	29
4.2.4 Kadar Air Agregat Kasar	30
4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
4.3 Pemeriksaan Agregat Halus	31
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus	32
4.3.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33

4.3.3 Berat Isi Agregat Halus	34
4.3.4 Kadar Air Agregat Halus	35
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.4 Rencana Campuran Beton	37
4.4.1 <i>Mix Design</i> Beton	37
4.5 Kebutuhan Material	38
4.5.1 Kebutuhan Material Utama	38
4.5.2 Kebutuhan Serbuk Biji Salak	39
4.5.3 Kebutuhan <i>Bestmittle</i>	39
4.5.4 Kebutuhan Material Keseluruhan	40
4.6 <i>Slump Test</i>	41
4.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji	18
Tabel 3.2 Persentase Campuran Beton	18
Tabel 3.3 Nilai <i>Slump</i> berdasarkan SNI 7656-2012	23
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat	26
Tabel 4.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	27
Tabel 4.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	28
Tabel 4.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	30
Tabel 4.5 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	30
Tabel 4.6 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
Tabel 4.7 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	32
Tabel 4.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33
Tabel 4.9 Pengujian Berat Isi Agregat Halus	35
Tabel 4.10 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	35
Tabel 4.11 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	36
Tabel 4.12 Kebutuhan Serbuk Biji Salak 1 Benda Uji	39
Tabel 4.13 Kebutuhan Bestmittel 1 Benda Uji	40
Tabel 4.14 Kebutuhan Material 4 Benda Uji	40
Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gradasi Agregat Halus Zona 1 (SNI-03-2834-2000)	6
Gambar 2.2: Gradasi Agregat Halus Zona 2 (SNI-03-2834-2000)	6
Gambar 2.3: Gradasi Agregat Halus Zona 3 (SNI-03-2834-2000)	6
Gambar 2.4: Gradasi Agregat Halus Zona 4 (SNI-03-2834-2000)	7
Gambar 2.5: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 10mm (SNI-03-2834-2000)	8
Gambar 2.6: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20mm (SNI-03-2834-2000)	8
Gambar 2.7: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 40mm (SNI-03-2834-2000)	8
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Pasir	15
Gambar 3.3 Kerikil	16
Gambar 3.4 Limbah Biji Salak	16
Gambar 3.5 Serbuk Biji Salak Sebelum Disaring	17
Gambar 3.6 Serbuk Biji Salak Setelah Disaring	17
Gambar 3.7 <i>Bestmittel</i>	17
Gambar 3.8 Benda Uji Silinder	24
Gambar 3.9 Mesin Uji Kuat Tekan Beton	25
Gambar 4.1 Gradasi Grafik Agregat Kasar	28
Gambar 4.2 Grafik Agregat Halus	33
Gambar 4.3 Diagram Nilai Slump	41
Gambar 4.4 Diagram Nilai Kuat Tekan Beton	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salak (*Salacca zalacca*) merupakan buah tropik asli Indonesia yang banyak tersebar di seluruh kepulauan nusantara. Plasma nuftah salak yang pernah ditemukan di dunia lebih dari 20 spesies. Asal – usul dan penyebaran geografi salak tumbuh liar di Jawa bagian barat daya dan Sumatra bagian selatan. Salak dibudidayakan di Thailand, Malaysia dan Indonesia, serta telah diintroduksi ke Niugini, Queensland (Australia), Pulau Ponape (Kepulauan Karolina), dan dilaporkan terdapat pula di kepulauan Fiji (Verheij dan Coronel, 1993). Buah salak memiliki sifat dan rasa yang khas sehingga banyak disukai oleh masyarakat baik sebagai buah segar maupun dijadikan makanan olahan (Gardjito dan Saifudin, 2011).

Produksi buah salak di Indonesia setiap tahunnya mencapai sekitar 1,4 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2022). Produksi tersebut mencakup biji salak, sebagian digunakan sebagai bibit dan sisanya menjadi limbah. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menguji kuat tekan beton melalui pemanfaatan limbah biji salak dalam bentuk serbuk sebagai pengganti sebagian agregat halus pada pembuatan beton (Fernanda, 2020; UNIMED, 2023). Untuk mendukung peningkatan mutu dan kekuatan beton, ditambahkan pula bahan aditif berupa *Bestmittel* yang terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton (Widija, 2024).

Bestmittel merupakan salah satu bahan aditif kimia yang berfungsi mempercepat proses pengerasan beton serta membantu proses pengecoran dengan jadwal yang ketat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan *Bestmittel* mampu meningkatkan kuat tekan beton pada umur 28 hari dibandingkan dengan beton normal (Widija, 2024). Di sisi lain, pemanfaatan limbah biji salak dalam bentuk serbuk sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada beton menjadi salah satu alternatif dalam mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam sekaligus mendukung upaya pengelolaan limbah (Fernanda, 2020; Riyono, Lestarini, & Juara, 2022). Dengan kombinasi penggunaan serbuk biji salak sebagai

agregat halus substitusi dan *Bestmittel* sebagai zat aditif, diharapkan beton yang dihasilkan dapat memiliki kuat tekan yang optimal serta ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, terdapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh nilai kuat tekan pada benda uji beton dengan adanya serbuk biji salak dan *Bestmittel*?
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan antara beton serbuk biji salak dengan beton serbuk biji salak ditambah *Bestmittel* terhadap beton normal pada umur 14 dan 28 hari?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Benda uji beton normal dan modifikasi yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
2. Variasi serbuk biji salak yaitu 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus, dan zat additive *Bestmittel* 0,8% dari berat semen.
3. Semen yang digunakan adalah semen portland.
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 dan 28 hari.
5. Biji salak yang digunakan merupakan limbah.
6. Kuat tekan rencana adalah $f_c' 20 \text{ MPa}$.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh hasil kuat tekan beton dengan adanya serbuk biji salak dan *Bestmittel*.
2. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan antara beton serbuk biji salak dengan beton serbuk biji salak ditambah *Bestmittel* terhadap beton normal pada umur 14 dan 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dengan pemanfaatan serbuk biji salak dapat menjadi alternatif untuk penggunaan agregat halus pada beton dan juga diharapkan sebagai ilmu pengetahuan dalam kajian ilmiah tentang pengaruh dan perbandingan kuat tekan beton dengan adanya serbuk biji salak dan *Bestmittel* serta acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam penulisan laporan tugas akhir terdapat sistematika penelitian yang tersusun menjadi lima bab yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang permasalahan dari penelitian berupa teori-teori yang berhubungan dengan judul dari tugas akhir.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisikan tentang tempat, waktu, sumber data, teknik pengumpulan dan metode analisis data pada penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil pemecahan permasalahan yang didapat setelah dilakukannya penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan yang mencakup hasil dari penelitian yang telah selesai dan juga saran terkait judul dari tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). Dinas Pekerjaan Umum Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (DPULPMB) memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847- 2002).

2.2 Material Penyusun Campuran Beton

Beton dalam pembuatannya terdiri dari bahan-bahan dasar seperti semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Setiap proyek konstruksi seperti membangun rumah, gedung, jembatan dan lainnya, owner/perencana pastinya mengharapkan bangunan konstruksi memiliki kualitas yang baik dan juga ekonomis, kemudian seorang *engineering* akan memikirkan bagaimana pelaksanaan konstruksi seekonomis mungkin tanpa mengurangi kualitas bahan-bahan dan tetap memperhatikan faktor keamanan. Oleh karena itu, banyak penelitian yang membahas mengenai substitusi dari bahan-bahan yang digunakan pada beton.

Substitusi dari material penyusun beton umumnya menggunakan bahan buangan atau sisa yang sudah tidak digunakan dari kegiatan manusia maupun berasal dari alam yang disebut sebagai limbah. Penggunaan limbah untuk substitusi material beton akan baik terhadap lingkungan karena akan mengurangi bahan-bahan yang berpotensi merusak lingkungan, dengan melakukan penelitian terhadap limbah yang digunakan maka kita akan mengetahui hasilnya apakah limbah tersebut aman digunakan pada beton.

Penelitian kali ini yaitu penggunaan limbah biji salak sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton.

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan pengikat utama dalam campuran beton yang berfungsi untuk mengikat agregat dan membentuk kekuatan structural beton setelah terjadinya proses hidrasi. Pemilihan jenis semen harus disesuaikan dengan kebutuhan structural dan kondisi lingkungan (SNI 7064-2014).

Terdapat beberapa jenis semen yang umum digunakan dalam pembuatan beton, seperti semen OPC, PCC dan PPC. Dalam penelitian ini akan menggunakan semen *Portland Composite Cement (OPC)*. Menurut (SNI 15-2049-2004), semen *Portland* dibedakan menjadi lima jenis, yaitu:

1. Semen *Portland Tipe I*, Digunakan untuk konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi atau ketahanan sulfat.
2. **Semen *Portland Tipe II***, Memiliki ketahanan terhadap sulfat sedang, cocok digunakan di daerah yang mengandung sulfat dalam jumlah sedang.
3. **Semen *Portland Tipe III***, Memiliki kecepatan pengerasan yang tinggi, sering digunakan untuk proyek yang membutuhkan kekuatan awal yang cepat.
4. **Semen *Portland Tipe IV***, Digunakan untuk struktur yang membutuhkan panas hidrasi rendah, seperti bendungan beton masif.
5. **Semen *Portland Tipe V***, Memiliki ketahanan tinggi terhadap sulfat, cocok untuk konstruksi di daerah dengan kadar sulfat tinggi.

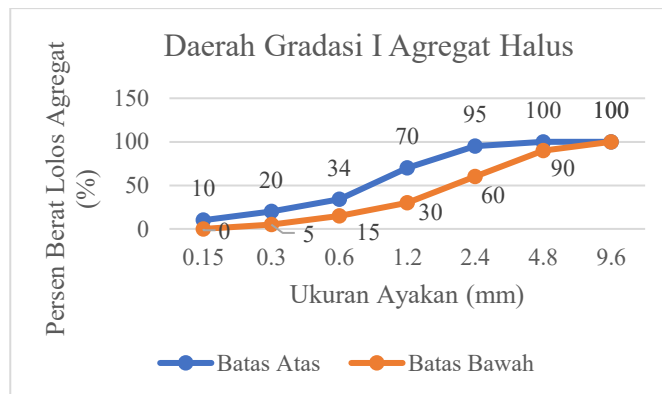
2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah material berbutir halus yang digunakan dalam campuran beton untuk mengisi celah antar agregat kasar, meningkatkan kohesi, serta meningkatkan *workability* beton. Agregat halus yang umum digunakan adalah pasir alam atau pasir hasil proses pemecahan batu. Pasir yang digunakan dalam beton harus bersih dari kandungan lumpur, tanah liat, dan bahan organik lainnya yang dapat mengganggu proses hidrasi semen.

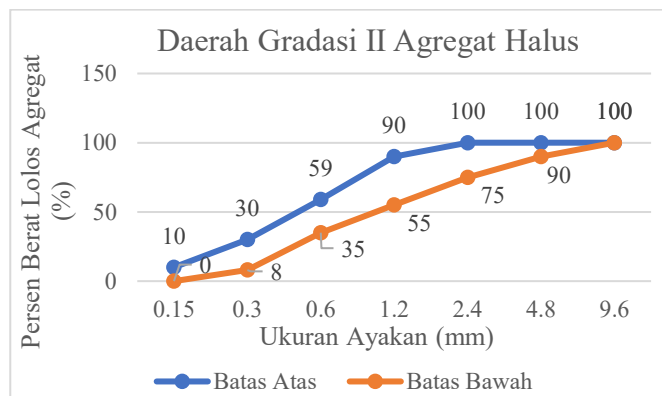
Menurut SNI (03-2461-2002), agregat halus harus memiliki kadar lumpur kurang dari 5%, modulus kehalusan berkisar antara 2,3 hingga 3,1, serta tidak mengandung material yang dapat mengurangi daya rekat dengan semen. Penggunaan agregat halus yang sesuai dengan standar ini dapat memastikan bahwa

beton memiliki sifat mekanis yang optimal dan daya tahan yang baik terhadap beban serta lingkungan.

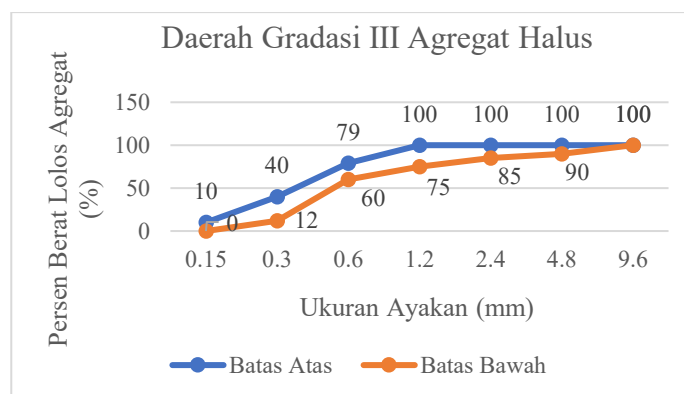
Berikut adalah tabel dan grafik gradasi yang harus dipenuhi oleh agregat halus (pasir) berdasar SNI-03-2834-2000:



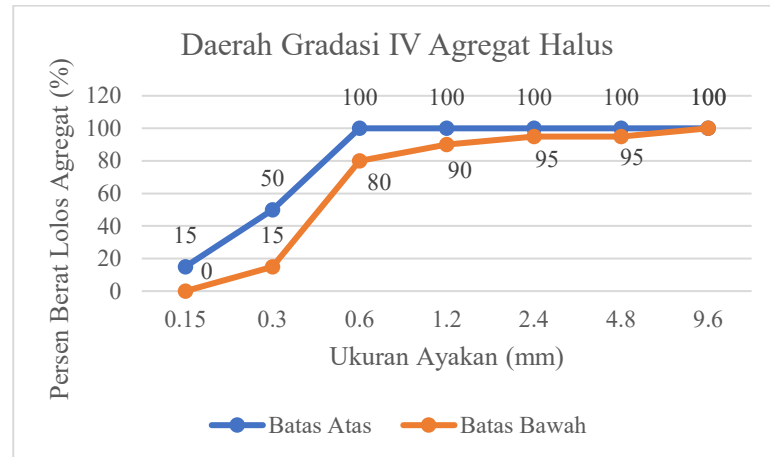
Gambar 2.1: Gradasi Agregat Halus Zona 1 (SNI-03-2834-2000).



Gambar 2.2: Gradasi Agregat Halus Zona 2 (SNI-03-2834-2000).



Gambar 2.3: Gradasi Agregat Halus Zona 3 (SNI-03-2834-2000).



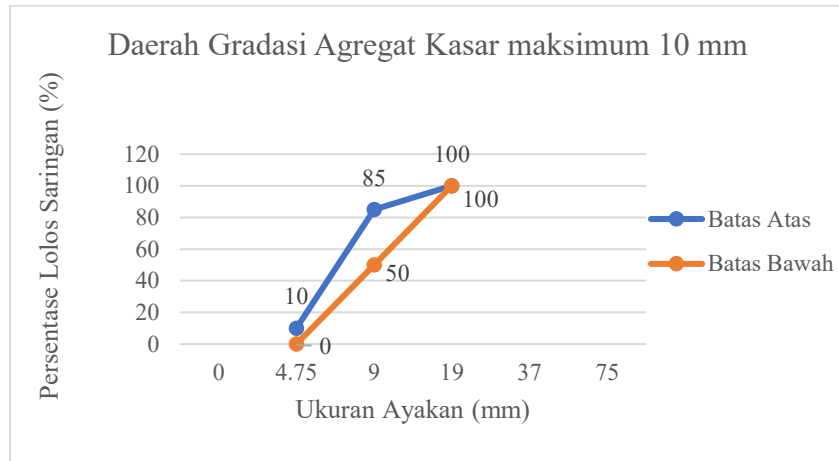
Gambar 2.4: Gradasi Agregat Halus Zona 4 (SNI-03-2834-2000).

2.2.3 Agregat Kasar

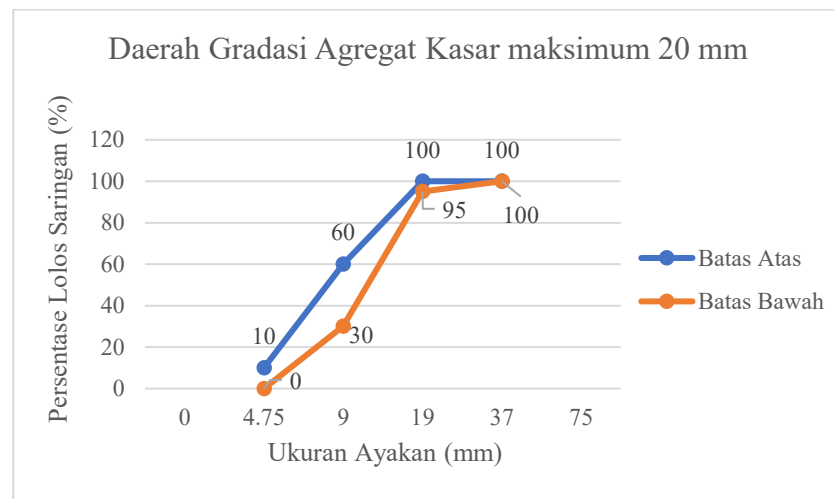
Agregat kasar merupakan material berbutir besar yang berfungsi sebagai rangka dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan mengurangi penyusutan akibat pengeringan. Agregat kasar yang umum digunakan antara lain berupa batu pecah atau kerikil alami yang memiliki kekerasan dan kepadatan tinggi. Agregat kasar juga berperan dalam menentukan kuat tekan beton, di mana ukuran dan distribusi butiran agregat dapat mempengaruhi kekompakan dan daya dukung beton.

Menurut (SNI 03-2847-2002), agregat kasar memiliki ukuran lebih besar dari 5mm hingga 40mm. Pemilihan agregat kasar yang sesuai dengan standar ini sangat penting untuk memastikan bahwa beton yang dihasilkan memiliki kekuatan yang optimal serta tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem.

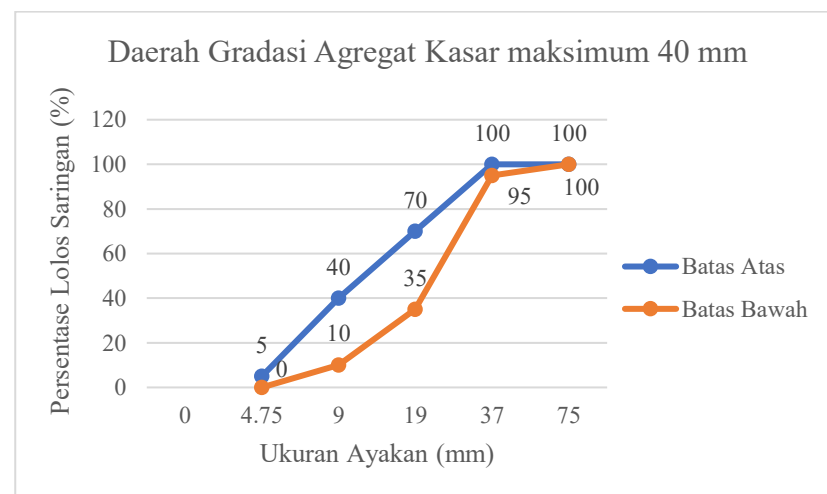
Berikut adalah tabel dan grafik gradasi yang harus dipenuhi oleh agregat halus (pasir) berdasar SNI-03-2834-2000:



Gambar 2.5: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 10mm (SNI-03-2834-2000).



Gambar 2.6: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20mm (SNI-03-2834-2000).



Gambar 2.7: Gradasi Agregat Kasar Maksimum 40mm (SNI-03-2834-2000).

2.2.4 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton (Mulyono, 2004). Menurut (SNI 03-2834-2000), faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton, kelebihan jumlah air pada beton akan menyebabkan banyaknya gelembung air yang memperlama proses hidrasi, sedangkan kekurangan air akan menyebabkan kesulitan dalam proses pemandatannya, dan tidak tercapai seluruh proses hidrasi.

2.3 Buah Salak

Salak merupakan buah yang berasal dari Indonesia, tanaman salak banyak ditemui pada Provinsi Sumatera Utara. Setiap tahunnya produksi salak mencapai 1,4 juta ton. Dengan jumlah yang cukup fantastis, buah salak juga menghasilkan limbah berupa bijinya, walaupun biji salak sebagian diantaranya digunakan untuk bibit tanaman salak tetapi sisanya akan menjadi limbah. Salah satu pemanfaatan limbah ini adalah menggunakannya sebagai bahan pengganti material dalam pembuatan beton.

Penggunaan limbah salak pada penelitian tugas akhir ini yaitu biji salak tersebut akan dibentuk menjadi serbuk halus seperti pasir yang kemudian dijadikan pengganti sebagian agregat halus (pasir) pada beton. Banyaknya serbuk biji salak yang digunakan dengan persentase 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus. Penetapan persentase ini didasari dengan penelitian-penelitian terdahulu yang juga menggunakan serbuk biji salak sebagai pengganti pasir, dari hasil penelitian tersebut persentase yang digunakan hanya yang kuat tekan betonnya meningkat.

Penelitian serbuk biji salak pada persentase tersebut diharapkan hasilnya akan memiliki kuat tekan yang baik, untuk memastikan kuat tekan yang baik maka penggunaan serbuk biji salak akan ditambah zat additive yang bernama *Bestmittel*.

2.4 Zat Additive Bestmittel

Bestmittel adalah bahan tambah yang digunakan pada beton berupa zat kimia berbahan dasar *Lignin Sulfonic Acid* sesuai dengan standar ASTM-C 498-81 "Standart Specification For Chemical Admixture for Concrete. *Bestmittel*

merupakan jenis zat kimia tipe E, *Water Reducing and Accelerating Admixture* yaitu bahan tambah pada beton yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran dan mempercepat proses pengikatan beton. Dalam penggunaannya pada pengecoran menjadikan beton lebih cepat keras pada usia beton yang tergolong muda, mengurangi pemakaian air serta meningkatkan kekuatan atau mutu beton.

Zat kimia *Bestmittel* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir adalah sebanyak 0,8% dari berat semen. Penentuan persentase *Bestmittel* juga berdasarkan penelitian pada jurnal yang membahas penggunaan zat additive ini pada beton dan diambil persentase 0,6% yang merupakan menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi.

2.5 Kuat Tekan Beton

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban terhadap luas penampang beton (Susilorini dkk, 2009).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan biji salak dan *Bestmittel* pada beton telah dilakukan sebelumnya, berikut beberapa penelitian tersebut :

- 1 Pemanfaatan Limbah Biji Salak dan Tongkol Jagung Sebagai Campuran Beton yang Menghasilkan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Mutu Tinggi Ramah Lingkungan.
(Sabrian Rizki Fernanda, Rizky Amelia Saputri Lay, Wildan Latif).
Disimpulkan Kandungan selulosa pada tongkol jagung dapat memberikan kuat tekan sebesar 23 MPa dan kuat tarik sebesar 2,42 MPa. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan lignin dan hemiselulosa. Sementara itu, biji salak bersifat ringan dan kuat sehingga biji salak dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi semen. Inovasi dilakukan dengan tujuan memanfaatkan tongkol jagung sebagai pengisi

semen dengan kadar 10% dan pemanfaatan biji salak sebagai limbah untuk pemanfaatan semen dengan kadar 2,5% dan 4%. Sehingga dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik tinggi yang ramah lingkungan.

2 Pengaruh Penambahan Limbah Biji Salak Sebagai Bahan Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton (*The Effect Of The Addition Of Salak Seed Waste As A Concrete Admixture On The Compressive Strength Of Concrete*).

(Ayu Tri Rezki, Destyah Rachmadani, Rahayu Widhiastuti, Rika Riyanti). Disimpulkan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah biji salak sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan mutu beton rencana f_c 16,9 Mpa. Perencanaan campuran beton dengan bahan tambah limbah biji salak sebagai pengganti sebagian agregat kasar dibuat dengan beberapa persentase yaitu 5%, 10% dan 15%. Setelah dilakukan penelitian dan pengujian benda uji pada umur 7 hari, didapatkan hasil bahwa beton dengan bahan tambah limbah biji salak sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada persentase 5% memenuhi nilai kuat tekan yang direncanakan, sedangkan untuk persentase 10% dan 15% mengalami penurunan nilai kuat tekan beton.

3 Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Limbah Biji Salak Kering Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar.

(Ma'mum Riyono, Wiji Lestarini, S.T., M.T. , Agus Juara, S.T., M.T).

Disimpulkan Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah biji salak kering sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan mutu beton K250, dengan menggunakan variasi persentase 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%. Setelah dilakukan penelitian dan pengujian terhadap sampel beton, maka didapatkan hasil bahwa penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah biji salak kering dengan mutu beton K250 menimbulkan penurunan pada kuat tekan beton umur 28 hari.

- 4 Pengaruh Penambahan Zat *Adiitive (Bestmittel)* 0,5%, Dengan Variasi Abu Sekam Padi (ASP) 5%, 10%, Dan 15% Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi.

(Yoga Nugraha, Fadilawaty Saleh).

Disimpulkan hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan abu sekam padi (ASP) dan zat additive (*Bestmittel*) mempengaruhi kuat tekan beton, dimana semakin besar penggunaan abu sekam padi (ASP) semakin rendah kuat tekannya, Hasil kuat tekan dengan penambahan abu sekam padi (ASP) 5%; 10%; dan 15% dengan zat additive (*Bestmittel*) 0,5% di peroleh hasil tertinggi 39,94 Mpa; 37,56 Mpa; dan 33,27 Mpa. Kuat tekan maksimal pada variasi 5% yaitu sebesar 39,94 Mpa, dengan standar deviasi sebesar 5,381 Mpa. Sedangkan pada variasi 10% dan 15% kuat tekan terus mengalami penurunan.

- 5 Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah *Reduced Water* Dan *Accelerated Admixture*.

(Rahmat, Irna Hendriyani, Moh. Syaiful Anwar).

Penelitian dilakukan dalam empat variasi dengan kuat tekan 25 MPa. Setiap variasi terdiri dari sembilan silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menambahkan *Reduced Water* dan *Accelerated Admixture (Bestmittel)* sebesar 0,2%, 0,4% dan 0,6% terhadap berat semen dan air akan (1) meningkatkan *workability* dan (2) meningkatkan kuat tekan rata-rata beton normal (0,2% untuk 25,61 Mpa; 0,4% untuk 27,66 Mpa; 0,4% untuk 29,50 Mpa; dan 0,6% untuk 31,44 Mpa).

- 6 Pengaruh Penambahan Serbuk Biji Salak Sebagai Filler Semen Terhadap Kuat Tekan Beton.

(Dewi Sri Rahayu).

Metode penelitian beton pada penelitian ini yaitu pembuatan beton normal dan beton variasi masing-masing 8 benda uji dan pencampuran beton normal memakai serbuk biji salak dengan persentase 2%, 4% dan 6% dengan jumlah semua 32 benda uji. Kemudian dilakukan perendaman dengan umur beton 7 dan 28 hari, setelah itu kemudian dilakukan uji kuat tekan. Hasil pengujian yang di

peroleh pada penelitian kali ini adalah di mana beton normal memiliki nilai kuat tekan lebih besar dari nilai kuat tekan beton variasi. Akan tetapi beberapa % untuk beton variasi penambahan 2% dan 4 % didapat hasil kuat tekan memasuki nilai kuat tekan yang disyaratkan.

7 Analisis Kuat Tekan Beton Dengan *Additive Bestimittle* Dan Pecahan Gerabah Sebagai Pengganti Sebagian Pasir.

(Reza Dananjaya).

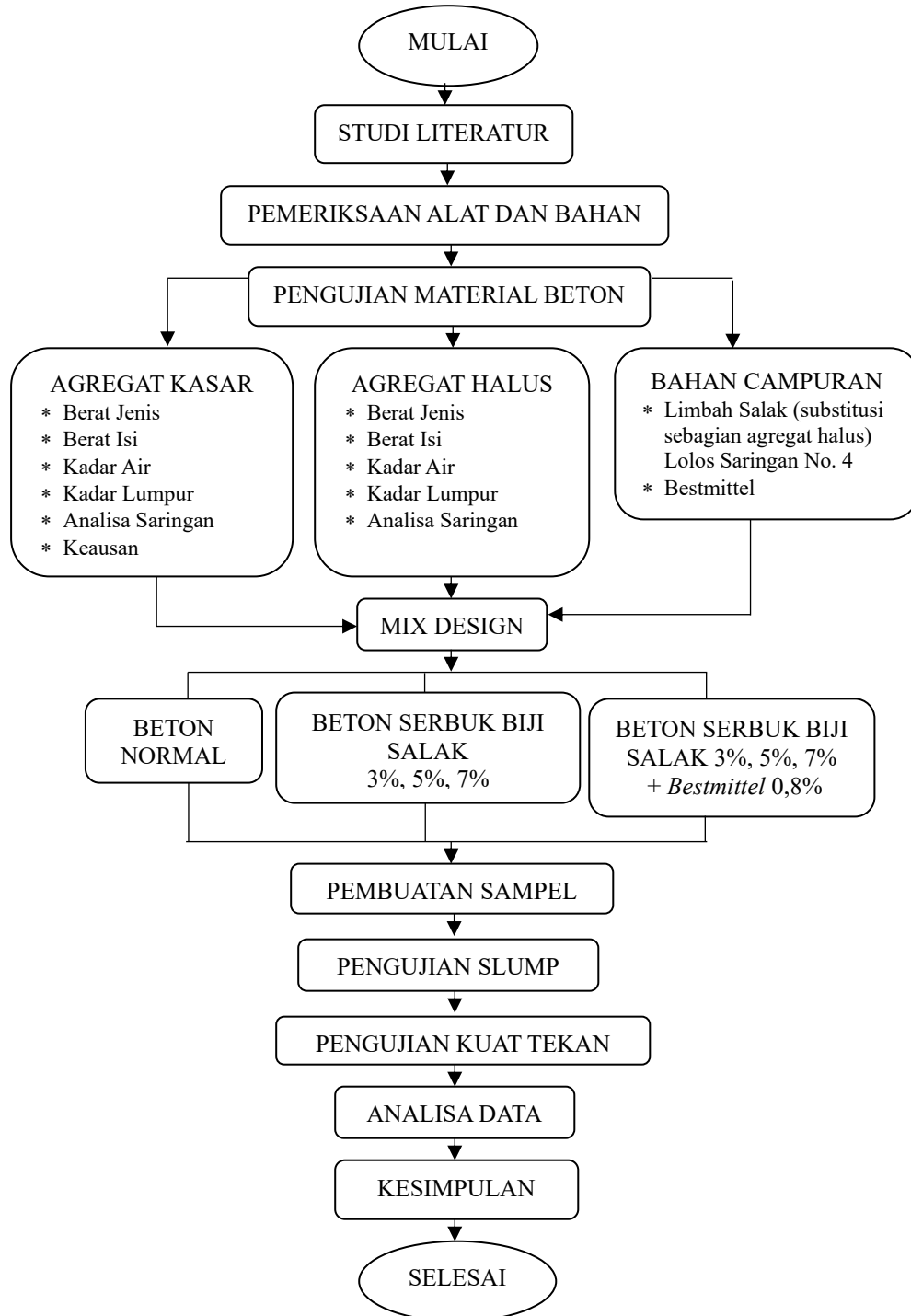
Disimpulkan hasil kuat tekan optimal pada fas 0,4 adalah pada variasi substitusi pecahan gerabah 20% dan Bestmittel 0,6% pada umur beton 14 hari, yaitu sebesar 22,64 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 11,29% dari beton normal. Pada fas 0,45 adalah pada variasi substitusi pecahan gerabah 80% dan Bestmittel 0,6% pada umur beton 14 hari, yaitu sebesar 21,65 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 7,02% dari beton normal. Secara garis besar penggunaan gerabah dari hasil penelitian dapat dipakai sebagai pengganti pasir dilihat dari perbedaan kuat tekan beton yang tinjau.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Berikut merupakan bagan alir terkait pelaksanaan penelitian ini,



Gambar 3.1 : Bagan Alir Penelitian

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian pada tugas akhir ini adalah *experiment*. Metode *experiment* adalah suatu metode dimana kita mencari pengaruh atau perbedaan ketika kita mengatur suatu variabelnya (Arifin et al., 2020). Pada penelitian ini sampel beton menggunakan limbah biji salak yang berbentuk serbuk sebagai pengganti sebagian agregat halus dan juga zat additive *Bestmittel*. Variasi serbuk salak yang digunakan yaitu 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus sedangkan *Bestmittel* yaitu 0,8 % dari berat semen.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.4 Material Penyusun Beton

Material yang digunakan pada penelitian antara lain semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah zat additive.

3.4.1 Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland, semen berasal dari toko bangunan dan jumlahnya disesuaikan dengan analisa.

3.4.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yaitu pasir.



Gambar 3.2 : Pasir (Google)

3.4.3 Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan yaitu kerikil.



Gambar 3.3 : Kerikil

3.4.4 Air

Air yang digunakan bersasal dari Labaoratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.4.5 Limbah Biji Salak

Limbah biji salak berasal dari Desa Huta Koje, Kec. Padangsidempuan Tenggara, Kota Padang Sidiempuan, Sumatera Utara. Biji salak dibentuk menjadi serbuk dengan cara :

- 1 Bersihkan limbah biji salak
- 2 Jemur biji salak dibawah sinar matahari
- 3 Setelah biji salak tersebut kering, lalu sangrai biji salak tersebut sampai berwarna hitam dan rapuh
- 4 Diamkan biji salak pada suhu ruangan
- 5 Kemudian haluskan biji salak dengan palu sampai berbentuk serbuk
- 6 Saring serbuk biji salak dengan saringan no. 4
- 7 Selesai.



Gambar 3.4 : Limbah Biji Salak



Gambar 3.5 : Serbuk Biji Salak Sebelum Disaring (Dewi, 2018)



Gambar 3.6 : Serbuk Biji Salak Setelah Disaring (Dewi, 2018)

3.4.6 Zat Additive

Bahan tambah yang diugunakan adalah zat additive *Bestmittel*, berasal dari toko bangunan ataupun *Platfrom* belanja online.



3.7 : *Bestmittel*

3.5 Jumlah Benda Uji

Benda uji berjumlah 28 buah dengan bentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan rincian yang tertera pada tabel.

Tabel 3.1 : Jumlah Benda Uji

No.	Variasi	Jumlah Benda Uji
1.	Beton Normal	4
2.	Beton Serbuk Biji Salak 3%	4
	Beton Serbuk Biji Salak 5%	4
	Beton Serbuk Biji Salak 7%	4
3.	Beton Serbuk Biji Salak 3% + <i>Bestmittel</i> 0,8%	4
	Beton Serbuk Biji Salak 5% + <i>Bestmittel</i> 0,8%	4
	Beton Serbuk Biji Salak 7% + <i>Bestmittel</i> 0,8%	4
	Total	28

Tabel 3.2 : Persentase Campuran Beton

No.	Variasi	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	Semen (%)	Air (%)	Serbuk Biji Salak (%)	<i>Bestmittel</i> (%)
1.	BN	100	100	100	100	0	0
2.	BS 3%	100	97	100	100	3	0
3.	BS 5%	100	95	100	100	5	0
4.	BS 7%	100	93	100	100	7	0
5.	BS 3% + B	100	93	99,2	100	3	0,8
6.	BS 5% + B	100	95	99,2	100	5	0,8
7.	BS 7% + B	100	93	99,2	100	7	0,8

3.6 Langkah-Langkah Pengujian

Pengujian dilakukan setelah semua material yang dibutuhkan tersedia, sebelum melakukan pengujian material harus dalam keadaan tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain, hal ini dilakukan agar proses pengujian dilakukan dengan lancar.

3.6.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan peralatan dan bahan adalah langkah pertama dalam melakukan pengujian, peralatan dan bahan dalam pengujian yaitu :

1 Peralatan

- Ayakan
Satu set saringan agregat yang digunakan pada pengujian analisa saringan sesuai standar.
- Timbangan Digital
Sebagai alat untuk menaksir berat dari material yang digunakan.
- Oven
Sebagai alat untuk mengeringkan material.
- Cetakan Silinder
Sebagai alat untuk mencetak beton.
- Alat *Slump Test*
Satu set alat slump test sesuai standar.
- *Mixer*
Sebagai alat untuk mengaduk setelah bahan dicampur.
- Mesin Uji Kuat Tekan
Sebagai alat untuk menguji kuat tekan dari beton.
- Alat Pendukung
Alat pendukung dalam pengujian seperti ember, sekop, plastik, dan lain sebagainya.

2 Bahan

- Agregat Kasar
Bahan agregat kasar yaitu kerikil.
- Agregat Halus
Bahan agregat halus yaitu pasir dan serbuk biji salak.
- Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland.
- *Bestmittel*

Bahan tambah sebagai pengikat berupa zat kimia.

3.6.2 Pengujian Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan proporsi agregat halus dan kasar dalam suatu komposisi campuran beton tertentu. Dengan cara menyiapkan ayakan sesuai urutan baik untuk agregat halus dan agregat kasar kemudian diayak, selanjutnya timbang dan catat hasilnya. Analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990.

3.6.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Tujuan pengujian ini untuk nilai berat jenis dan penyerapan dari agregat kasar dan agregat halus. Pengujian berat jenis dan penyerapan mengacu pada SNI 1969-2016. Langkah kerja sebagai berikut :

A. Agregat Kasar

- 1 Rendam material hingga 24 jam.
- 2 Kemudian buang air dan saring material menggunakan serbet.
- 3 Timbang dan catat berat material.
- 4 Masukkan material tersebut kedalam oven pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- 5 Keluarkan material dari oven dan diamkan hingga suhu ruangan.
- 6 Timbang kembali dan catat hasilnya.

Rumus untuk menghitung berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut :

$$\text{Bulk gravity SSD (Berat jenis SSD)} = \frac{A}{A-B} \quad (3.1)$$

$$\text{Apparent specific gravity (Berat jenis semu)} = \frac{C}{C-B} \quad (3.2)$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{C}{A-B} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

A = Berat sampel SSD kering permukaan jenuh.

B = Berat sampel SSD jenuh.

C = Berat sampel SSD kering oven.

B. Agregat Halus

- 1 Material kondisi *SSD* ditimbang sesuai berat sampel yang direncanakan.
- 2 Timbang dan catat berat piknometer.
- 3 Masukkan air kedalam piknometer dan timbang kembali.
- 4 Kemudian masukkan material kedalam piknometer berisi air dan panaskan selama 15 menit sambil menggoyangkannya setiap 5 menit agar gelembung udara keluar.
- 5 Timbang kemudian keluarkan material dari piknometer.
- 6 Keringkan material dengan oven selama 24 jam.
- 7 Setelah itu keluarkan material dari oven dan timbang, catat hasilnya.

Rumus untuk menghitung berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut :

$$\text{Bulk gravity dry (Berat jenis kering)} = \frac{E}{B+D-C} \quad (3.4)$$

$$\text{Bulk gravity SSD (Berat jenis SSD)} = \frac{B}{B+D-C} \quad (3.5)$$

$$\text{Apparent specific gravity (Berat jenis semu)} = \frac{E}{E+D-C} \quad (3.6)$$

$$\text{Absorption (Penyerapan)} = \frac{B-E}{E} \times 100\% \quad (3.7)$$

Dimana :

B = Berat sampel *SSD* kering permukaan jenuh.

C = Berat sampel *SSD* didalam piknometer penuh air.

D = Berat piknometer penuh air.

E = Berat sampel *SSD* kering oven.

3.6.4 Pengujian Berat Isi Agregat

Pengujian berat isi agregat bertujuan untuk menentukan nilai kepadatan massal agregat. Pengujian berat isi agregat mengacu pada SNI 03-4804-1998. Berikut langkah pengujian berat isi agregat kasar dan halus :

- 1 Material kondisi kering oven dimasukkan kedalam wadah baja sebanyak 1/3 tinggi wadah kemudian menusuknya hingga 25 kali dengan tongkat pemadat.
- 2 Lakukan seperti langkah 1 untuk material 2/3 dan penuh.
- 3 Timbang dan catat hasilnya.

Berikut rumus untuk mencari berat isi :

$$\text{Berat Isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.8)$$

3.6.5 Pengujian Kadar Air

Tujuan dari pengujian kadar air adalah untuk menentukan kelembapan permukaan di pori-pori agregat. Pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011. Berikut langkah-langkah pengujiannya pada agregat kasar dan halus :

- 1 Timbang wadah berisi agregat dan agregat tanpa wadah sebelum dimasukkan kedalam oven.
- 2 Masukkan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- 3 Keluarkan wadah berisi agregat dari oven dan dinginkan di suhu ruangan kemudian timbang wadah berisi agregat dan agregat tanpa wadah.

Berikut rumus menghitung kadar air :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Sampel Kering Oven}} \times 100\% \quad (3.9)$$

3.6.6 Pengujian Kadar Lumpur

Keberadaan lumpur dalam agregat tidak dapat dihindari karena agregat berasal dari alam, namun keberadaan agregat akan mempengaruhi jumlah kadar air dalam campuran beton.

Kadar lumpur yang dimaksud adalah lumpur yang menempel pada agregat. Pengujian kadar lumpur bertujuan untuk menentukan besar kadar lumpur dalam agregat kasar dan halus agar kondisi syarat batas agregat dapat ditentukan. Pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI S-04-1998-F, 1989. Berikut langkah-langkah pengujiannya :

- 1 Menyiapkan agregat.
- 2 Timbang dan cuci sampel hingga bersih.
- 3 Hitung berat kotoran agregat setelah bersih.

Berikut rumus perhitungan kadar lumpur :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{C}{A} \times 100\% \quad (3.10)$$

3.6.7 Desain Komposisi Campuran (*Mix Design*)

Mix Design bertujuan untuk menentukan komposisi campuran yang direncanakan sebelum beton akan dibuat dan menentukan rancangan beton sesuai dengan kekuatan yang direncanakan. *Mix Design* mengacu pada SNI 2834-2000. Berikut langkah-langkah perencanaannya :

- 1 Tentukan kekuatan beton rencana.
- 2 Tentukan nilai Faktor Air Semen (FAS).
- 3 Tentukan nilai *Slump* dan ukuran maksimum dari agregatnya.
- 4 Tentukan jumlah air digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.
- 5 Tentukan nilai semen yang diperlukan berdasarkan FAS, ukuran agregat dan nilai slump.
- 6 Tentukan volume agregat kasar dan halus.
- 7 Berat dari masing-masing agregat dikurang dengan persentase bahan campuran rencana.

3.6.8 *Slump Test*

Slump Test bertujuan untuk menentukan kondisi kekentalan dan plastisitas beton segar sebelum dicetak. Berikut langkah-langkah pengujiannya :

- 1 Basahi cetakan dan letakkan diatas permukaan datar.
- 2 Isi kerucut abrams dengan beton segar mulai dari 1/3, 2/3, dan penuh kemudian rojok setiap bagian.
- 3 Ukur tinggi jatuh beton dengan penggaris dan catat.

Tabel 3.3 Nilai *Slump* berdasarkan SNI 7656-2012

Tipe Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum

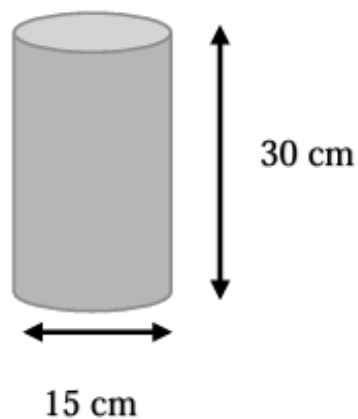
Tabel 3.3 : *Lanjutan*

Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak)	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondas tiang pancang, dinding bawah tanah.	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

3.6.9 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji agar mencapai kekuatan rencana tidak terlepas dari faktor kondisi bahan, peralatan, lingkungan dan manusia. Pembuatan benda uji mengacu pada SNI 2493-2011. Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji :

- 1 Mempersiapkan mesin *Mixer* yang akan digunakan.
- 2 Masukkan bahan campuran kedalam *Mixer*.
- 3 Masukkan air dengan takaran sesuai perhitungan *Mix Design*.
- 4 Nyalakan *Mixer* hingga bahan-bahan tercampur.
- 5 Kemudian ukur nilai *Slump*.
- 6 Tuangkan beton kedalam cetakan dari 1/3, 2/3 dan penuh dari tinggi cetakan kemudian dirojok 25 kali.
- 7 Diamkan selama 24 jam sampai beton keras.



Gambar 3.8 : Benda Uji Silinder (Google)

3.6.10 Perawatan (*curing*) Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan, dengan merendam benda uji selama 28 hari dan setelah itu dikeringkan. Perawatan benda uji mengacu pada SNI 2493-2011.

3.6.11 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan beton sesuai dengan kuat tekan rencana. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011. Berikut rumus nilai kuat tekan :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.11)$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Gaya yang Bekerja (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)



Gambar 3.9 : Mesin Uji Kuat Tekan Beton (Google)