

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH HASIL UJI BETON DAN ABU
LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DAN
AGREGAT HALUS TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON
(STUDI PENELITIAN)

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

M. ABDILLAH ADIF

2107210173



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. Abdillah Adif

NPM : 2107210173

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Limbah Hasil Uji Beton Dan Abu Limbah Keramik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dan Agregat Halus Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

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 SKRIPSI

Medan, 21 Juli 2025

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : M. Abdillah Adif

NPM : 2107210173

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penggunaan Limbah Hasil Uji Beton Dan Abu Limbah
Keramik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dan Agregat Halus
Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

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.

Medan, 21 Juli 2025

Mengetahui Dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Penguji I



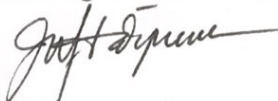
Ir., Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dosen Penguji II



Ir., Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Abdillah Adif
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/19 Agustus 2002
NPM : 2107210173
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH HASIL UJI BETON DAN ABU LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS 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 nonmaterial serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila dikemudian 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 kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Agustus 2025



M. Abdillah Adif

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH HASIL UJI BETON DAN ABU LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON

M. Abdillah Adif
2107210173
Rizki Efrida, S.T., M.T.

Pada proyek konstruksi berskala besar, seperti pembangunan gedung bertingkat, limbah beton dan limbah keramik merupakan sisa material yang kerap terbuang sia-sia dan bahkan dapat mencemari lingkungan apabila tidak dimanfaatkan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mendaur ulang limbah-limbah tersebut sebagai material konstruksi yang bermanfaat, salah satunya sebagai substitusi agregat dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah hasil uji beton (LB) sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan abu limbah keramik (LK) sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan kedua limbah tersebut secara terpisah, penelitian ini menggabungkan keduanya dalam satu campuran beton. Variasi yang digunakan meliputi substitusi LB sebesar 10%, 15%, dan 20% dari berat agregat kasar, serta LK sebesar 12% dari berat agregat halus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton variasi 4 (LB 10% + LK 12%) yaitu sebesar 21 MPa, hanya mengalami penurunan 4,55% dibandingkan beton normal sebesar 22 MPa. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada beton variasi 3 (LB 20% + LK 0%) dengan nilai 15 MPa, yang mengalami penurunan sebesar 31,82% dibandingkan beton normal. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan limbah beton dan abu limbah keramik masih memungkinkan digunakan sebagai material substitusi dalam campuran beton dengan persen tertentu.

Kata Kunci : Limbah Beton, Abu Limbah Keramik, Substitusi, Kuat Tekan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING CONCRETE TEST WASTE AND CERAMIC WASTE ASH AS SUBSTITUTES FOR COARSE AND FINE AGGREGATES ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

M. Abdillah Adif
2107210173
Rizki Efrida, S.T., M.T.

In large-scale construction projects, such as high-rise building developments, concrete waste and ceramic waste are residual materials that are often discarded and may even pollute the environment if not properly managed. Therefore, it is essential to develop strategies to recycle these wastes into useful construction materials, one of which is by using them as aggregate substitutes in concrete mixtures. This study aims to analyze the effect of using concrete test waste (CTW) as a partial replacement for coarse aggregate and ceramic waste ash (CWA) as a partial replacement for fine aggregate on the compressive strength of concrete. Unlike previous studies that utilized these wastes separately, this research combines both materials in a single concrete mixture. The variations used in this study include CTW substitutions of 10%, 15%, and 20% by the weight of coarse aggregate, and a fixed CWA substitution of 12% by the weight of fine aggregate. Test results showed that the highest compressive strength was achieved in variation 4 (10% CTW + 12% CWA), which reached 21 MPa, representing only a 4.55% decrease compared to normal concrete at 22 MPa. On the other hand, the lowest compressive strength was found in variation 3 (20% CTW + 0% CWA), with a value of 15 MPa, a 31.82% decrease from normal concrete. These results indicate that the combination of concrete waste and ceramic waste ash can still be effectively used as a substitute material in concrete mixtures at certain percentage levels.

Keywords: Concrete Waste, Ceramic Waste Ash, 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 dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Limbah Hasil Uji Beton Dan Abu Limbah Keramik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dan Agregat Halus 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 Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc., Prof., Ir., Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Dosen Penguji I yang telah memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Assoc. Prof., Ir., Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji II yang telah memberi masukan dan mengarahkan 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., Ir., Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Wakil Dekan I 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.
8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada orang Tua dan keluarga, yang tidak pernah berhenti mendoakan dan mendukung.
10. Semua teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 20 Januari 2025

M. Abdillah Adif

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Campuran Beton	5
2.3 Limbah Keramik	6
2.4 Limbah Beton	6
2.5 Kuat Tekan Beton	7
2.6 Penelitian Terdahulu	7
BAB 3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Bagan Alir	13
3.2 Metode Penelitian	14
3.3 Tahapan Penelitian	14
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.5 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	16

3.5.1 Data Primer	16
3.5.2 Data Sekunder	16
3.6 Alat dan Bahan	17
3.6.1 Alat	17
3.6.2 Bahan	17
3.7 Jumlah Benda Uji	19
3.8 Langkah-langkah Pengujian	20
3.8.1 Pengujian Analisa Saringan	20
3.8.2 Berat Jenis dan Penyerapan	21
3.8.3 Berat Isi Agregat	22
3.8.4 Pengujian Kadar Air	23
3.8.5 Pengujian Kadar Lumpur	23
3.8.6 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	23
3.8.7 Pembuatan Benda Uji	24
3.8.8 Pemeriksaan Slump Test	25
3.8.9 Perawatan (<i>curing</i>) Benda Uji	25
3.8.10 Pengujian Kuat Tekan Beton	26
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	27
4.1 Hasil dan Data Analisa Pemeriksaan Material Agregat	27
4.2 Pemeriksaan Agregat Kasar	28
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Kasar	28
4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	29
4.2.3 Berat Isi Agregat Kasar	30
4.2.4 Kadar Air Agregat Kasar	31
4.2.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
4.3 Pemeriksaan Agregat Halus	32
4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus	32
4.3.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
4.3.3 Berat Isi Agregat Halus	35
4.3.4 Kadar Air Agregat Halus	35
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.4 Rencana Campuran Beton	36

4.4.1 <i>Mix Design</i> Beton	36
4.5 Kebutuhan Material	38
4.5.1 Kebutuhan Material Utama	38
4.5.2 Kebutuhan Limbah Beton	39
4.5.3 Kebutuhan Limbah Keramik	40
4.5.4 Kebutuhan Material Keseluruhan	40
4.6 Pengujian <i>Slump</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 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	7
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji	19
Tabel 3.2 Persentase Campuran Beton	20
Tabel 3.3 Nilai Slump yang dianjurkan berdasarkan SNI 7656-2012	25
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat	27
Tabel 4.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	28
Tabel 4.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	29
Tabel 4.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	30
Tabel 4.5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	31
Tabel 4.6 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
Tabel 4.7 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	32
Tabel 4.8 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
Tabel 4.9 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	35
Tabel 4.10 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	35
Tabel 4.11 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	36
Tabel 4.12 Kebutuhan Limbah Beton Untuk 1 Benda Uji	39
Tabel 4.13 Kebutuhan Abu Limbah Keramik Untuk 1 Benda Uji	40
Tabel 4.14 Kebutuhan Material Untuk 3 Benda Uji	41
Tabel 4.15 Nilai Kuat Tekan	43
Tabel 4.16 % Penurunan Nilai Kuat Tekan Beton	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Limbah Keramik	18
Gambar 3.3 Limbah Beton	18
Gambar 3.4 Benda Uji	24
Gambar 3.5 Uji Kuat Tekan Beton	26
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Kasar	29
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Halus	33
Gambar 4.3 Sampel Beton Silinder	38
Gambar 4.4 Grafik Nilai Slump Rata-rata	41
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kuat Tekan	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konstruksi di Indonesia semakin hari semakin berkembang. Hal ini ditandai dengan semakin maraknya pembangunan infrastruktur mulai jembatan, gedung, hingga jalan raya. Terdapat beberapa infrastuktur yang dibangun dari awal namun ada pula yang merupakan hasil dari revitalisasi. Setiap infrastuktur tersebut baik yang dibangun dari awal maupun yang merupakan proyek revitalisasi pastinya akan menghasilkan limbah yang cukup besar dan akan mengganggu apabila tidak dimanfaatkan dengan baik. Beberapa limbah dari konstruksi yang tak jarang ditemui adalah limbah sampel beton hasil pengujian hingga limbah keramik hasil dari pembaharuan lantai dari gedung ataupun rumah.

Limbah beton adalah sampel beton hasil pengujian laboratorium yang berbentuk silinder maupun kubus dan sudah tak terpakai. Proyek konstruksi yang menggunakan beton sebagai bahan konstruksinya tak jarang akan menghasilkan limbah beton dengan jumlah yang besar pula. Limbah ini apabila tak dimanfaatkan lama kelamaan akan menumpuk dan mengganggu aktivitas keseharian. Selain limbah beton, limbah keramik juga tak kalah mengganggu. Limbah keramik pada umumnya merupakan keramik-keramik yang sudah lama dan akan digantikan dengan keramik baru ataupun bahan penutup lantai lainnya. Pada proyek konstruksi gedung bertingkat ataupun perumahan yang ingin memperbaharui lantainya pastinya akan menghasilkan limbah keramik dengan jumlah besar. Hal ini apabila dibiarkan berserakan dan menumpuk disembarang tempat jelas akan mengganggu keseharian mengingat bentuk dari keramik yang tajam dapat berbahaya jika dibiarkan begitu saja.

Untuk itu perlulah dilakukan kajian untuk memanfaatkan limbah-limbah tersebut agar dapat bermanfaat kembali. Disini akan dilakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan kedua limbah tersebut sebagai substusi pada agregat halus dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Limbah pecahan beton hasil uji akan

digunakan sebagai substitusi agregat kasar sedangkan limbah keramik akan dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus.

Penelitian ini didasari oleh penelitian-penelitian sebelumnya tentang penambahan limbah keramik sebagai substitusi agregat halus (Nur Aini Ayu Ismawati dan Andaryati, 2024) dimana menghasilkan nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah keramik 0% sebesar 31,13 Mpa sedangkan kuat tekan beton dengan variasi limbah keramik 12% sebesar 39,32 Mpa yang berarti nilai kuat tekan beton variasi 12 % lebih besar 20,8 % dari beton normal (variasi 0%) pada umur 28 hari. Dan penelitian tentang penambahan limbah beton hasil uji sebagai substitusi agregat kasar (Abibullah, 2021) dengan mendapatkan hasil kuat tekan beton variasi kurang dari nilai kuat tekan beton normal sebesar 20,00% pada umur 28 hari. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu beton apabila kedua limbah tersebut digabungkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut,

1. Bagaimana pengaruh penambahan campuran limbah keramik dan limbah sampel uji beton terhadap nilai kuat tekan beton rencana pada umur 28 hari?
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan antara beton normal dengan beton campuran?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah dilakukan bertujuan untuk membatasi terkait masalah yang dibahas dengan tujuan agar penelitian lebih terarah sesuai dengan hal-hal yang sudah ditentukan. Beberapa batasan masalah tersebut antara lain,

1. Mutu beton rencana yang digunakan adalah f'_c 20 Mpa.
2. Benda uji yang digunakan baik pada beton normal maupun beton modifikasi adalah berbentuk silinder yang memiliki tinggi 30cm dengan diameter 15cm.
3. Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari.
4. Limbah beton yang digunakan adalah beton normal f'_c 30 MPa.
5. Limbah keramik yang digunakan adalah keramik sisa renovasi rumah tinggal.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah,

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan campuran limbah keramik dan limbah sampel uji beton terhadap nilai kuat tekan beton rencana pada umur 28 hari.
2. Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton campuran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya dengan dasar pengujian beton yang menggunakan limbah keramik dan limbah uji beton sebagai bahan substitusinya. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan kedua limbah tersebut terhadap nilai kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk memberikan kemudahan dalam melakukan pembahasan, maka berikut adalah sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab sebagai berikut.

BAB 1 : PENDAHULUAN

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

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang teori-teori terkait permasalahan yang dibahas. Menguraikan teori tersebut untuk mendukung judul serta menjadi dasar pembahasan.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Berisikan tentang rencana pelaksanaan yang akan dilakukan penulis guna mendapatkan hasil sesuai dengan masalah yang dibahas.

BAB 4 : ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil analisis mengenai permasalahan yang dibahas dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

BAB 5 : PENUTUP

Berisikan kesimpulan atas penelitian yang telah dilaksanakan dan beberapa saran terkait permasalahan yang dibahas untuk pengembangan penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan campuran dari material konstruksi seperti semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), dan dapat ditambahkan dengan bahan additive atau admixture sesuai keinginan (Sandy, 2019). Campuran beton ini akan mengeras menjadi material padat yang sering digunakan dalam berbagai proyek konstruksi seperti kolom, pondasi, pelat, balok, *rigidpavement*, saluran samping, bantalan kereta api dan lainnya (Junia, dkk., 2023). Pada saat ini semakin berkembang proyek-proyek konstruksi yang menggunakan beton sebagai bahan utama proyeknya, seperti pembangunan *Underpass*, *Overpass*, Jembatan hingga gedung-gedung tinggi. Beton merupakan bahan utama pilihan para kontraktor selain baja untuk digunakan pada saat sekarang ini. Beton sendiri memiliki sifat kuat terhadap gaya tekan. Dimana gaya tekan tersebut dapat direncanakan melalui proses *mix design*.

2.2 Campuran Beton

Beton adalah campuran, yang dimana campuran beton tersebut merupakan bahan yang diambil dari alam dan lama kelamaan akan berkurang jika terus menerus digunakan seperti kerikil dan pasir yang merupakan campuran agregat kasar dan agregat halus pada beton. Jika terus menerus dibiarkan maka hal ini akan mengusik alam dan jelas akan mengganggu kehidupan manusia. Maka dari itu semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, banyak orang yang melakukan penelitian dengan harapan dapat mengubah campuran beton yang tadinya diambil dari alam menjadi menggunakan limbah-limbah yang sudah tak terpakai yang apabila dibiarkan terus menerus bertambah dan menumpuk juga akan mengganggu kehidupan manusia. Penelitian dilakukan dengan melakukan substitusi ataupun mengganti bahan-bahan campuran beton tersebut baik agregat halus maupun agregat kasarnya dengan limbah yang pastinya melalui beragam pengujian yang hasilnya akan dibandingkan dengan beton normal.

2.3 Limbah Keramik

Keramik merupakan material yang biasa digunakan sebagai penutup lantai hingga hiasan. Keramik merupakan material yang berbahan dasar tanah liat yang kemudian dibakar. Proses pembuatannya hampir serupa dengan genteng, gerabah dan sebagainya, untuk agregat halus dalam campuran beton. Keramik memiliki kandungan senyawa kimia yaitu 47% Silika Oksida (SiO_2), 39% Alumina Oksida (Al_2O_3), 14% Hidro/Air (H_2O) (Kurnia Hadi Putra, 2019). Agregat halus juga memiliki senyawa kimia yaitu Silika Oksida (SiO_2) dan Alumina Oksida (Al_2O_3) yang memberikan kontribusi dalam proses pengerasan maupun peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton (Nadia, 2011). Dengan adanya kandungan senyawa kimia Silika Oksida (SiO_2) dan Alumina Oksida (Al_2O_3) pada limbah keramik akan dimanfaatkan sebagai agregat halus (Nur Aini dan Andaryati, 2024). Penggunaan limbah keramik sebagai bahan substitusi agregat halus pada beton diharapkan dapat mengurangi penggunaan pasir dan mengurangi limbah keramik yang tak terpakai.

2.4 Limbah Beton

Limbah beton merupakan beton yang sudah mengeras dan sudah melewati pengujian sebelumnya baik pengujian agregat maupun pengujian untuk beton itu sendiri seperti kuat tekan, kuat tarik dan pengujian-pengujian beton lainnya. Dalam perencanaannya beton biasa dibuat dengan berbagai keperuntukkan. Untuk kuat tekan sendiri kekuatan beton direncanakan berdasarkan kuat tekan rencana yang akan digunakan baik “F’c” untuk sampel beton silinder ataupun “K” untuk sampel beton kubus.

Saat ini beton menjadi salah satu material yang paling banyak digunakan dalam konstruksi. Salah satu bahan baku beton adalah split yang berasal dari batu alam. Namun penambangan batu telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang sama besarnya dengan kerusakan akibat tumpukan limbah beton di berbagai tempat (Abibullah, 2021). Karena itu penggunaan material-material padat yang memiliki kekuatan menyerupai kekuatan agregat kasar pada beton diharapkan dapat menjadi pilihan untuk mengurangi penggunaan batu alam tersebut. Salah satunya adalah bongkaran beton yang sudah menjadi limbah terutama limbah beton dari hasil uji

kuat tekan. Limbah beton dengan kekuatan rencana yang cukup besar pada perencanaan kuat tekannya dapat menjadi pilihan sebagai substitusi pengganti batu alam yang biasa digunakan untuk agregat kasar pada beton. Selain mengurangi penggunaan batu alam, penggunaan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar pada beton dapat mengurangi banyaknya limbah beton yang sudah tak terpakai.

2.5 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton merupakan salah satu pengujian yang paling umum dilakukan pada beton baik silinder maupun kubus. Hal ini didasari oleh sifat beton yang mampu menahan tekan dengan kekuatan yang dapat direncanakan. Pada benda uji silinder, kuat tekan beton biasa menggunakan satuan “Mpa” atau setara dengan “N/mm²”. Sebutan F’c 30 pada beton menandakan bahwa kekuatan tekan rencana beton tersebut adalah 30 Mpa.

2.6 Penelitian Terdahulu

Sudah banyak penelitian-penelitian mengenai pengaruh penggunaan limbah keramik maupun limbah beton yang sudah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian itulah yang menjadi dasar untuk melakukan penelitian apabila kedua limbah tersebut digabungkan untuk melihat pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan beton. Berikut adalah rangkuman beberapa penelitian terdahulu tentang pengaruh penggunaan limbah keramik dan limbah beton terhadap nilai kuat tekan beton.

Tabel 2.1: Rangkuman penelitian terdahulu.

Judul 1	Pengaruh Penggunaan Limbah Keramik Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Terhadap Karakteristik Beton.
Penulis	Nur Aini Ayu Ismawati dan Andaryati
Volume	Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol.12, No.1, April 2024
Tahun Publish	2024

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

Kesimpulan	Dari hasil pengujian dan pembahasan beton dengan campuran limbah keramik sebagai agregat halus, dapat diambil kesimpulan yaitu pada pengujian kuat tekan beton berumur 28 hari, beton persentase 12% limbah keramik memperoleh nilai kuat tekan yang optimum diantara variasi persentase lainnya yaitu sebesar 39,32 MPa dan perbandingan beton persentase 12% limbah keramik mengalami kenaikan kuat tekan sekitar 26,31% dari beton normal 0%. Sehingga limbah keramik sebagai agregat halus telah layak untuk menjadi campuran beton dalam pengujian kuat tekan. Kemudian pada pengujian kuat tarik belah beton berumur 28 hari, persentase 12% limbah keramik memperoleh nilai kuat tarik belah yang optimum diantara variasi persentase lainnya yaitu sebesar 2,68 MPa dan perbandingan beton persentase 12% limbah keramik mempunyai nilai kuat tarik belah yang sama dengan beton normal 0%. Sehingga limbah keramik sebagai agregat halus telah layak untuk menjadi campuran beton dalam pengujian kuat tarik belah.
Judul 2	Pengaruh Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Beton
Penulis	Ahmad Syamsul Huda dan Suprpto, S.Pd., MT.
Volume	Vol 3, No 1/JKPTB/13 (2013)
Tahun Publish	2023

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

Kesimpulan	1. Agregat halus limbah keramik sebagai pengganti pasir mampu meningkatkan kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan optimum didapatkan pada variasi penambahan 9% limbah keramik sebesar 11.04% dari beton normal, dengan komposisi 1 PC : 1.665 Ps : 2.75 Kr : 0.164 LK untuk mutu beton f_c' 20 Mpa. 2. Agregat halus limbah keramik sebagai pengganti semen mampu meningkatkan kuat tekan spesi kubus 5x5x5. Peningkatan kuat tekan optimum didapatkan pada variasi penambahan 12% limbah keramik sebesar 26.61% dari spesi kubus normal, sehingga diperoleh kesimpulan bahwa limbah keramik dapat digunakan sebagai pengganti pasir dan semen.
Judul 3	Pengaruh Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton
Penulis	Abibullah
Volume	Jurnal Karajata Engineering Vol. 1 No. 2, Juli 2021
Tahun Publish	2021
Kesimpulan	Dari hasil yang telah dibahas sebelumnya maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut : A. Pengaruh Variasi Pengaruh variasi dari hasil pengujian kuat tekan beton

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

	yang memperhatikan variasi campuran limbah beton dengan 4 variasi yaitu 0% (beton normal), 25%, 50% dan 75% dari sebagian agregat kasar, maka didapatkan hasil pengujian beton pada umur 28 hari pada beton normal atau variasi 0% limbah beton dengan rata-rata 22,64 MPa. Untuk variasi 25% limbah beton dengan rata-rata 18,11 Mpa, variasi 50% limbah beton dengan rata-rata 16,22 MPa serta untuk variasi 75% limbah beton dengan rata-rata 15,47 MPa. Maka dapat disimpulkan beton dengan variasi 25% limbah beton mencapai kuat tekan rencana dan layak digunakan. Sedangkan untuk variasi 50% dan 75%, limbah beton tidak mencapai kuat tekan rencana dan tidak layak digunakan untuk konstruksi. Dari hasil penambahan atau penggantian agregat kasar dengan menggunakan limbah beton dalam campuran maka kuat tekan beton mengalami penurunan, seperti hasil yang didapatkan yaitu dari penambahan limbah beton sebesar 25% mengalami penurunan sebesar 4,53MPa dari beton normal. Penambahan limbah beton sebesar 50% mengalami penurunan sebesar 6,42 MPa dari beton normal. Begitu pula dengan penambahan limbah beton sebesar 75% mengalami penurunan sebesar 7,74 MPa dari beton normal.
Judul 4	Analisa Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan Dengan Substitusi Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Dan Penambahan Abu Pelepah Pisang
Penulis	Galang Alifa Ramaditya, Habbatul Fitri Amalia, dan Hartono

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

Volume	Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil, v.03, n.1, p. 45-51 Juli 2022
Tahun Publish	2022
Kesimpulan	Maksud dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh substitusi limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan abu pelepah pisang terhadap nilai kuat tekan, prosentase efektif terhadap penambahan abu pelepah pisang dan dapatkah campuran beton memenuhi syarat sebagai beton struktural. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut : 1. Penggunaan substitusi limbah beton terhadap agregat kasar dan penambahan abu pelepah pisang berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Pada penelitian ini beton B (Substitusi Limbah Beton 25%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 5%) terjadi peningkatan kuat tekan karakteristik sebesar 8%, namun terjadi penurunan kuat tekan karakteristik untuk beton C (Substitusi Limbah Beton 50%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 10%) sebesar 17% dan D (Substitusi Limbah Beton 75%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 15%) sebesar 46 % jika dibandingkan dengan beton normal. 2. Nilai kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari pada beton B terjadi kenaikan dengan nilai kuat tekan sebesar 255,173 kg/cm² terhadap beton A yang memiliki nilai sebesar 235,505 kg/cm² dan memenuhi kuat tekan minimum berdasarkan acuan beton A (normal). Namun terjadi penurunan pada beton C sebesar 196,042 kg/cm² dan beton D sebesar 127,008 kg/cm²

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

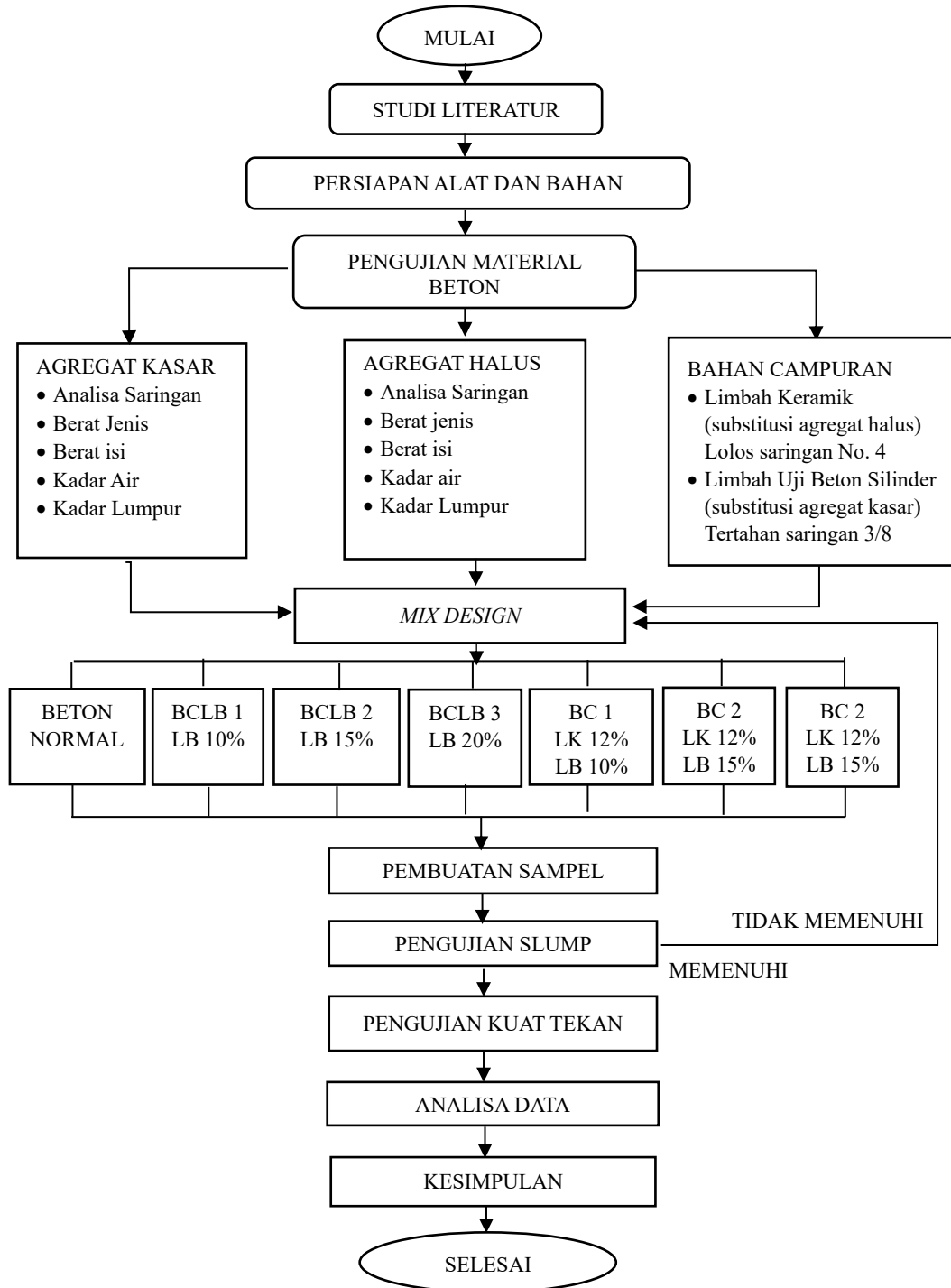
	sehingga tidak memenuhi kuat tekan minimum yang dibandingkan dengan beton A. Hal ini menunjukkan bahwa beton campuran pada beton B dapat digunakan sebagai beton struktural. 3. Berdasarkan hasil penelitian prosentase efektif pada penambahan abu pelepah pisang yaitu terjadi pada prosentase 5%. Hasil kuat tekan pada prosentase 5% terhadap penambahan abu pelepah pisang memiliki nilai kuat tekan karakteristik sebesar 255,173 kg/cm² dimana nilai kuat tekan karakteristik beton normal sebesar 235,505 kg/cm². 4. Rata-rata berat massa volume benda uji mengalami kenaikan pada beton B sebesar 2% namun mengalami penurunan pada beton C sebesar 1% dan beton D sebesar 5% terhadap beton normal. Hal ini terjadi dikarenakan semakin bertambahnya prosentase limbah beton sebagai substitusi agregat kasar maka semakin rendah berat massa volumenya dikarenakan tingkat keausan limbah beton yang lebih rendah terhadap keausan agregat kasar (split). Sehingga semakin banyak limbah beton yang digunakan dalam campuran beton maka beton akan semakin ringan.
--	---

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Berikut adalah bagan alir terkait pelaksanaan penelitian ini,



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *experiment* dengan membuat sampel beton dimana material yang digunakan disubstitusi dengan memanfaatkan limbah keramik sebagai substitusi agregat halus dan limbah uji beton sebagai substitusi agregat kasar dengan persentase yang sudah direncanakan yaitu untuk limbah keramik konstan digunakan 12% dari berat agregat halus dan untuk substitusi limbah beton bervariasi mulai dari 10%, 15% dan 20% dari berat agregat kasar. Metode *experiment* adalah adalah sebuah metode dilakukan sebuah percobaan untuk mendapatkan data.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan sebagai langkah dalam pembuatan beton yang mempunyai beberapa proses untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal sesuai dengan standar yang berlaku. Diantara tahapannya adalah sebagai berikut,

1. Persiapan

Persiapkan yang dimaksud adalah menyiapkan segala material-material yang dibutuhkan baik material pokok maupun material campuran yang telah direncanakan.

2. Pemeriksaan material penyusun beton

Pemeriksaan ini ditujukan untuk memastikan bahwa material campuran beton yang akan digunakan untuk mix design sudah memenuhi persyaratan berdasarkan peraturan yang sudah ditetapkan.

3. Pengujian dasar material

Pengujian material ini dilakukan pada agregat kasar, agregat halus, serta kedua bahan campuran yaitu limbah beton dan limbah keramik. Pengujian yang dilakukan meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur dan berat isi yang dimana setiap pengujian tersebut berdasarkan pada standar atau aturan yang ada.

4. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran beton atau *mix design* adalah suatu metode yang dilakukan untuk membuat campuran beton dengan bahan dasar semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Proses ini dilakukan guna

merencanakan nilai kuat tekan yang akan menjadi target dalam pengujian. Pada metode penelitian ini rencana campuran (*mix design*) didasarkan pada SNI 2834-2000. Rencana campuran dilakukan dari hasil-hasil pengujian material yang sudah dilakukan sebelumnya. Data yang akan keluar setelah dilakukan proses *mix design* ini adalah nilai perbandingan setiap material penyusun beton yang akan digunakan untuk satu cetakan benda uji.

5. Pembuatan Benda Uji

Setelah semua proses sebelumnya telah dilaksanakan, maka langkah yang harus dilakukan adalah pembuatan benda uji sebagai sampel yang akan digunakan pada percobaan. Pembuatan benda uji dilaksanakan atas dasar hasil dari proses *mix design* yang mengeluarkan nilai ataupun jumlah material yang akan di *mix* pada mesin *mixer* beton. Proses ini dilakukan dalam beberapa tahapan antara lain,

- Pencampuran setiap material yang digunakan dalam pembuatan beton didalam mesin *mixer* beton.
- Pengujian nilai slump yang berdasar pada SNI 1972-2008.
- Pengecoran beton kedalam cetakan berbentuk silinder.
- Mengeluarkan beton dari cetakan.
- Melakukan *curing* atau perawatan pada sampel beton. *Curing* dilakukan dengan cara menggenangi beton dengan air. Dalam hal ini beton direndam didalam bak rendaman hingga umur 28 hari. Setelah itu beton dikeluarkan dan dikeringkan.

6. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan beton tersebut dalam menahan beban tekan yang diberikan. Kekuatan beton tersebut diharapkan dapat memenuhi kekuatan yang sudah direncanakan dalam proses *mix design*.

7. Pembahasan dan Laporan Akhir

Setelah didapat besar gaya yang dapat ditahan beton dalam proses pengujian kuat tekan, maka nilai tersebut akan diolah pada tahap analisa data dan pembahasan di laporan akhir. Hasil dari analisa data tersebut akan menunjukkan nilai kuat tekan beton tersebut.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Proses pengujian material beton hingga pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sedangkan untuk pengujian kuat tekan beton direncanakan akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Waktu penelitian direncanakan kurang lebih dua bulan hingga melakukan pengujian kuat tekan beton, yang mana direncanakan dimulai pada akhir bulan Januari 2024.

3.5 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Data Primer

Data primer yang akan digunakan adalah data yang didapatkan dari proses pengujian di laboratorium berdasarkan standar yang ada,

1. Analisa saringan agregat mengacu pada SNI 03-1968-1990.
2. Berat Jenis dan penyerapan agregat kasar mengacu pada SNI 1969-2016.
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus mengacu pada SNI 1970-2016.
4. Berat isi agregat kasar mengacu pada SNI 03-4804-1998.
5. Berat isi agregat halus mengacu pada SNI 03-4804-1998.
6. Kadar air agregat kasar mengacu pada SNI 1971-2011.
7. Kadar air agregat halus mengacu pada SNI 1971-2011.
8. Kadar lumpur mengacu pada SNI S-04-1998-F,1989.
9. Perencanaan campuran beton (Mix Design) mengacu pada SNI 2834-2000.
10. Pembuatan dan perawatan benda uji mengacu pada SNI 2493-2011.
11. Uji kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974-2011.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari hasil beberapa jurnal ataupun penelitian-penelitian terdahulu yang dimana hasil tersebut berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Selain itu data sekunder juga didapat melalui bimbingan langsung dengan dosen pembimbing dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang akan digunakan guna mendapatkan hasil yang maksimal. Peralatan tersebut tersedia pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6.1 Alat

Beberapa alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Satu set saringan 1 ½“, 1“, ¾“, ½“, 3/8“, No.4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No.100, No.200 dan Pan yang akan digunakan pada pengujian analisa saringan untuk agregat halus dan agregat kasar termasuk bahan campuran.
2. Timbangan digital, alat ini digunakan untuk menimbang berat dari material yang akan digunakan.
3. Oven, yang akan digunakan untuk mengeringkan material penyusun beton.
4. Skop tangan, untuk mengambil material.
5. Cetakan silinder yang akan digunakan sebagai bekisting dengan diameter 15 cm dan tinggi 30cm.
6. Wadah, yang akan digunakan untuk meletakkan material.
7. *Stopwatch* sebagai alat untuk mengukur waktu dalam pengujian.
8. Gelas ukur, untuk takaran air yang akan digunakan.
9. Plastik 10kg, yang akan digunakan untuk meletakkan material sebelum dimasukkan kedalam mixer.
10. *Mixer* beton, yang akan digunakan untuk mencampurkan semua bahan penyusun beton.
11. Pan, sebagai alas untuk mengaduk beton segar setelah keluar dari *mixer* beton.
12. Satu set alat *slump test* yang terdiri atas *kerucut abrams*, penggaris, plat baja, dan tongkat pemadat.
13. Mesin uji kuat tekan, untuk menguji nilai kuat tekan sampel.

3.6.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan adalah material penyusun beton dan bahan campuran yang direncanakan sebagai berikut,

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang akan digunakan adalah kerikil yang terdapat di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang akan digunakan adalah pasir alam yang terdapat di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3. Limbah Keramik

Limbah keramik yang akan digunakan pada penelitian ini adalah limbah keramik hasil dari pembongkaran renovasi rumah.



Gambar 3.2: Limbah keramik.

4. Limbah Beton

Limbah beton yang digunakan adalah limbah beton $f'c$ 30 sisa dari pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.



Gambar 3.3: Limbah beton.

5. Air

Air yang digunakan merupakan air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.7 Jumlah Benda Uji

Benda uji dibuat didalam cetakan berbentuk silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Benda uji tersebut kemudian akan dikeluarkan dari cetakan dan akan memasuki proses *curing* atau perawatan beton hingga 28 hari. Setelah itu sampel akan di uji kuat tekannya. Jumlah sampel yang direncanakan adalah 12 buah dengan 3 variasi campuran dan 1 beton normal, dimana setiap variasi memiliki 3 sampel seperti yang tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Jumlah benda uji.

No	Variasi	Jumlah Benda Uji
1	Beton Normal	3
2	Beton Campuran Limbah Beton 1 (BCLB 1) • Limbah Beton 10%	3
3	Beton Campuran Limbah Beton 2 (BCLB 2) • Limbah Beton 15%	3
4	Beton Campuran Limbah Beton 3 (BCLB 3) • Limbah Beton 20%	3
5	Beton Campuran 1 (BC 1) • Limbah Keramik 12% • Limbah Beton 10%	3
6	Beton Campuran 2 (BC 2) • Limbah Keramik 12% • Limbah Beton 15%	3
7	Beton Campuran 3 (BC 3) • Limbah Keramik 12% • Limbah Beton 20%	3
	Total	21

Tabel 3.2: Persentase campuran beton.

No	Variasi	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	Semen (%)	Air (%)	Limbah Keramik (%)	Limbah Beton (%)
1	BN	100	100	100	100	0	0
2	BCLB 1	90	100	100	100	0	10
3	BCLB 2	85	100	100	100	0	15
4	BCLB 3	80	100	100	100	0	20
5	BC 1	90	88	100	100	12	10
6	BC 2	85	88	100	100	12	15
7	BC 3	80	88	100	100	12	20

3.8 Langkah – Langkah Pengujian

Setelah semua alat dan bahan yang dibutuhkan telah tersedia maka langkah selanjutnya adalah melakukan serangkaian pengujian pada material dan pada akhir melakukan pengujian kuat tekan kepada sampel beton yang telah dibuat. Sebelum itu setiap material harus dipastikan telah dibersihkan dari tanah yang menempel ataupun bahan-bahan lain yang akan mengganggu proses pengujian. Apabila ada yang basah maka material harus dikeringkan terlebih dahulu hingga kondisi *SSD (saturated surface dry)* atau kering permukaan.

3.8.1 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menggradasi setiap butir material baik agregat halus maupun agregat kasar menggunakan satu set saringan. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut,

1. Menyusun set saringan baik untuk agregat kasar maupun agregat halus.
2. Timbang benda uji sesuai berat yang dibutuhkan.
3. Masukkan material kedalam saringan paling atas dan ayak hingga material terpisah merata.
4. Catat dan timbang setiap material yang tertahan pada tiap-tiap saringan.

3.8.2 Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk nilai berat jenis dan penyerapan pada masing-masing agregat. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut,

A. Agregat Kasar

1. Material yang sudah disiapkan direndam didalam air hingga 24 jam.
2. Setelah itu buang air dan saring material menggunakan serbet.
3. Menimbang material dan catat beratnya.
4. Material yang sudah ditimbang, masukkan kedalam oven pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
5. Keluarkan sampel dari oven kemudian diamkan hingga suhu ruangan.
6. Menimbang sampel kembali dan catat.

Adapun rumus untuk menghitung berat jenis dan penyerapan agregat agregat kasar adalah sebagai berikut,

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

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

- $Absorption\ (\text{penyerapan}) = \frac{A-C}{C} \times 100\%$ (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 yang sudah dalam kondisi SSD ditimbang sesuai berat sampel yang direncanakan.
2. Timbang dan catat berat piknometer.
3. Kemudian masukkan air kedalam piknometer dan timbang kembali.
4. Setelah itu masukkan material kedalam piknometer berisi air dan panaskan selama 15 menit sambil menggoyangkannya setiap 5 menit agar gelembung udara keluar.
5. Timbang dan keluarkan material dari piknometer.
6. Keringkan material dengan menggunakan oven selama 24 jam.
7. Setelah itu keluarkan material dari oven dan timbang kemudian catat hasilnya.

Adapun rumus untuk menghitung berat jenis dan penyerapan agregat agregat kasar adalah sebagai berikut,

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

- *Bulk grafity SSD* (Berat jenis SSD) = $\frac{B}{B+D-C}$ (3.5)

- *Apparent specific grafity* (Berat jenis semu) = $\frac{E}{E+D-C}$ (3.6)

- *Absorption* (penyerapan) = $\frac{B-E}{E} \times 100 \%$ (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

3.8.3 Berat isi Agregat

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai berat isi dari agregat kasar maupun agregat halus. Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut,

1. Masukkan material dalam kondisi kering oven kedalam wadah baja sebanyak 1/3 nya lalu ditusuk dengan tongkat pemadat hingga 25 kali.
2. Lakukan hal yang sama pada ketinggian 2/3 wadah dan penuh.
3. Pastikan wadah baja terisi penuh setelah penusukan dan ratakan menggunakan mistar.
4. Kemudian timbang benda uji dengan wadah dan catat hasilnya.

Langkah perhitungan untuk berat isi adalah sebagai berikut,

1. Timbang berat agregat + wadah (W1)
2. Timbang berat wadah (W2)
3. Hitung berat agregat (W3)
4. Hitung volume wadah (V)
5. Berat isi = $\frac{W3}{V}$ (3.8)

3.8.4 Pengujian Kadar Air

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kelembapan permukaan dan dipori-pori agregat. Adapun cara kerjanya adalah sebagai berikut,

1. Menimbang agregat sesuai yang direncanakan sebelum dimasukkan kedalam oven.
2. Setelah itu timbang juga agregat dengan wadah. (W1)
3. Masukkan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
4. Keluarkan wadah berisi agregat dari oven dan mendinginkannya kemudian timbang. (W2)
5. Timbang berat wadah. (W3)

$$6. \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Sampel Kering Oven}} \times 100\% \quad (3.9)$$

3.8.5 Pengujian Kadar Lumpur

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kadar lumpur yang terdapat pada agregat. Langkah kerjanya adalah sebagai berikut,

1. Siapkan agregat yang akan diuji dengan berat sesuai yang direncanakan. (A)
2. Setelah ditimbang cuci sampel tersebut hingga bersih dan air akibat cucian sudah tidak keruh lagi kemudian timbang. (B)
3. Hitung berat kotor agregat setelah dicuci dengan kondisi kering oven. (C)
4. Persentase kotoran agregat = $\frac{C}{A} \times 100\%$ (3.10)

3.8.6 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Proses ini bertujuan untuk menentukan nilai perbandingan kebutuhan material penyusun beton yang akan digunakan pada benda uji beton. Adapun hal ini dilakukan guna menjadi target kekuatan tekan yang direncanakan. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk merencanakan campuran beton adalah sebagai berikut,

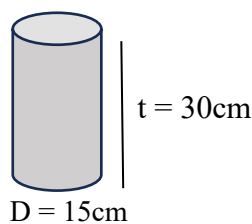
1. Tahap awal yang harus dilakukan dalam merencanakan komposisi campuran beton adalah merencanakan kekuatan tekan beton yang ditargetkan.
2. Tentukan nilai faktor air semen sesuai dengan umur beton yang dikehendaki.
3. Tentukan nilai slump dan ukuran maksimum agregatnya.

4. Tentukan jumlah air yang akan digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.
5. Tetapkan nilai semen yang diperlukan berdasarkan proses 2 dan 4
6. Tentukan volume agregat kasar maupun agregat halus yang dibutuhkan berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditetapkan diatas.
7. Setelah berat masing-masing agregat didapatkan, kurangkan nilainya dengan persentase bahan campuran yang sudah direncanakan.

3.8.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan setelah didapat persentase kebutuhan masing-masing bahan penyusun beton yang akan digunakan pada proses *mix design*. Kemudian benda uji akan dicetak pada cetakan silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Adapun langkah dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut,

1. Menimbang setiap bahan penyusun beton yang sudah di tetapkan pada proses *mix design*.
2. Mempersiapkan mesin *mixer* beton yang akan digunakan untuk mengaduk setiap bahan penyusun beton.
3. Masukkan semua bahan campuran beton kedalam mesin *mixer* dimulai dari agregat kasar, agregat halus dan semen.
4. Masukkan juga air kedalam *mixer* beton dengan gelas ukur sesuai takaran yang dibutuhkan berdasarkan hitungan *mix design* yang sudah didapatkan.
5. Setelah itu hitung nilai slump dari beton tersebut.
6. Tuangkan beton segar ke pan dan mulai isi cetakan dengan beton segar tersebut secara bertahap, mulai dari 1/3 cetakan, 2/3, hingga penuh. Pada masing-masing tahapan rojok beton tersebut untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap didalamnya.
7. Tunggu hingga 24 jam hingga beton mengeras kemudian buka cetakan silinder.



Gambar 3.4 : Benda uji.

3.8.8 Pemeriksaan *Slump Test*

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keenceran pada beton tersebut melalui nilai slumpnya. Adapun langkah dalam pengujian slump adalah sebagai berikut,

1. Membasahi alat uji slump agar beton tak menempel pada alat tersebut.
2. Masukkan beton segar kedalam kerucut abrams secara bertahap dimulai dari 1/3, 2/3 hingga penuh. Sama halnya dengan cetakan, beton pada kerucut abrams juga harus dirojok untuk mengeluarkan gelembung udara didalamnya.
3. Setelah penuh, angkat perlahan kecurut abrams hingga beton jatuh.
4. Ukur tinggi jatuh dari beton tersebut dengan penggaris dan catat.

Tabel 3.3: Nilai *slump* yang dianjurkan berdasarkan SNI 7656-2012.

Tipe Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak).	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi 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

3.8.9 Perawatan (*curing*) Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan guna menjaga kualitas dari beton tersebut. Apabila hal ini tak dilakukan maka beton akan mengganggu mutu dari beton tersebut bahkan tak jarang akan merusak permukaan beton seperti terjadinya retak. Perawatan dilakukan sesuai dengan rencana umur beton yakni pada penelitian ini adalah 28 hari.

Adapun langkah dalam proses *curing* beton adalah sebagai berikut,

1. Isi wadah dengan air.
2. Masukkan benda uji kedalam wadah.
3. Rendam benda uji selama 28 hari lalu keluarkan.
4. Keringkan benda uji.

3.8.10 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan merupakan pemberian beban monoton secara terus menerus dengan laju yang konstan pada benda uji di antara dua batang pembebanan yang akan menciptakan tegangan tekan (SNI 1974-2011). Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberikan gaya terhadap benda uji silinder dalam posisi tegak hingga batas kekuatan maksimum dari beton tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan.

Dari mesin kuat tekan tersebut akan diketahui nilai gaya yang mampu ditahan oleh beton tersebut. Maka dari gaya tersebut dapat dihitung nilai kuat tekan pada beton tersebut dengan persamaan 3.11.

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

Dimana :

$f'c$ = Kuat Tekan beton (MPa)

P = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm^2)



Gambar 3.5: Uji kuat tekan beton.