

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI CAMPURAN
AGREGAT HALUS PADA BETON NORMAL**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH :

RULIMAN

417110126

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGANTI
AGREGAT HALUS PADA BETON NORMAL

Disusun oleh:

RULIMAN

417110126

Mataram, 29 Juli 2022

Pembimbing I



Dr. Eng. Harivadi, ST., M.Sc(Eng)
NIDN. 0027107301

Pembimbing II



Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.
NIDN. 0828087201

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.

NIDN.0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI
CAMPURAN AGREGAT HALUS PADA BETON NORMAL**

Yang Diperiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : RULIMAN

NIM : 417110126

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Sabtu, 06 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Penguji I	: Agustini Ernawati, ST., M.Tech.	()
Penguji II	: Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.	()
Penguji III	: Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng.	()

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**


Dekan,
Wakil Dekan I
Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul:

“PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT HALUS PADA BETONNN NORMAL ”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dari sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 29 Juli 2022

Yang Membuat Pernyataan


Ruliman
417110126



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RULIMAN
NIM : 417110126
Tempat/Tgl Lahir : Bajaj Medang / 20 - 06 - 1999
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 085 238 644 267
Email : rulim531@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

Pengaruh Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Campuran Agregat
Halus Pada Beton Normal

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 392

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 22 - Agustus - 2022

Penulis



RULIMAN
NIM. 417110126

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT
Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RULIMAN
NIM : 417110126
Tempat/Tgl Lahir : Bajio Medang / 29 - 06 - 1999
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 085 238 549 267
Jenis Penelitian : ☒ Skripsi ☐ KTI ☐ Tesis ☐

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Campuran Agregat
Halus Pada Beton Normal

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 22 - Agustus - 2022
Penulis



RULIMAN
NIM. 417110126

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT

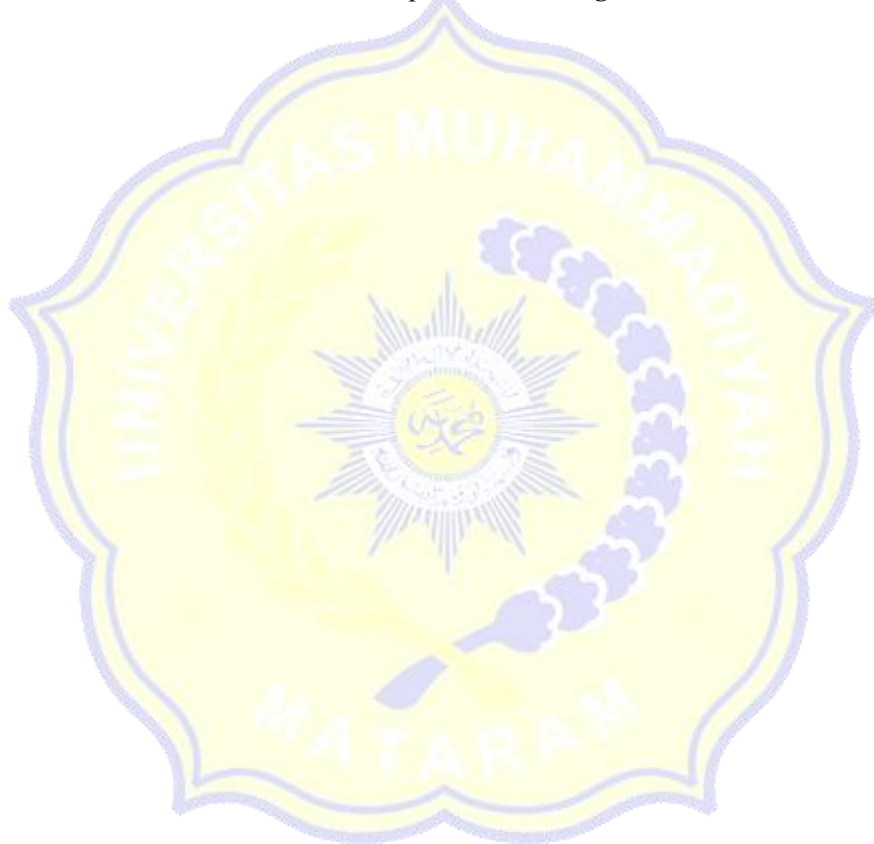


Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“Orang Positif Saling Mendoakan, Orang Negatif saling Menjatuhkan. Orang Sukses Mengerti Pentingnya Proses, Orang Gagal Lebih Banyak Proses”

“Dua Anak Cukup Dua Istri Bangkrut”



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya dengan diberi judul “Pengaruh Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Beton Normal” walaupun yang sebenarnya tugas akhir ini masih jauh dari sempurna.

Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Program Strata Satu (S1) Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram. Penyusunan skripsi ini berdasarkan data hasil penelitian yang dianalisis menjadi sebuah data yang *valid* sesuai dengan landasan teori-teori dari berbagai sumber yang sesuai.

Skripsi ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa adanya dukungan moral dan fisik dari pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu penyusun ingin menghaturkan ucapan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

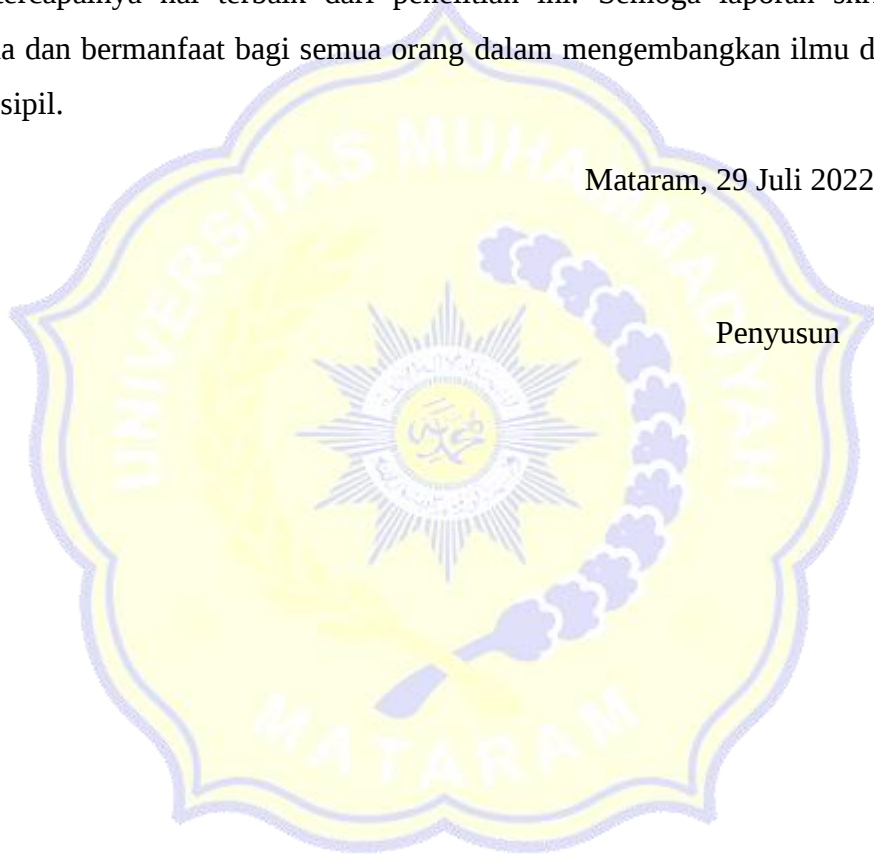
1. Dr. Arsyad Abdul Ghani.,Mpd, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustini Ernawati, ST., M.Tech, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng Hariyadi, ST., M.Sc(Eng) selaku dosen pembimbing I.
5. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT.,, selaku dosen pembimbing II.
6. Ari Ramdhan Hidayat, ST., M.Eng, selaku dosen penguji
7. Seluruh staf dan pegawai sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
8. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta do'a restunya.

9. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
10. Sahabat dan rekan-rekan mahasiswa Teknik atas motivasi dan dukungannya, serta semua pihak yang telah membantu.

Akhir kata, penyusun menyadari bahwa penelitian ini jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, kritik maupun saran selalu penyusun harapkan demi tercapainya hal terbaik dari penelitian ini. Semoga laporan skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi semua orang dalam mengembangkan ilmu dibidang teknik sipil.

Mataram, 29 Juli 2022

Penyusun



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penyusun Tugas Akhir dengan judul “ Pengaruh Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Beton Normal “ dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang wajib dibuat untuk menyelesaikan program S-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelancaran penelitian dan penyempurnaan penulisan selanjutnya. Ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penulisan Tugas akhir ini. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, 29 Juli 2022

Penulis,

RULIMAN

NIM : 417110126

ABSTRAK

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dan beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu.

Dari penelitian beton telah banyak dilakukan, penelitian ini memanfaatkan limbah keramik dengan pecahan yang diatur menurut standar pengganti agregat halus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah keramik. Variasi bahan pengganti limbah keramik sebesar, 25%, 50%, 75% dan 100%. Penelitian ini menggunakan fas 0,55 dan pengujian beton pada 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari dengan variasi tanpa tambahan pengganti limbah keramik 0% adalah 23,192 Mpa, beton pada umur 28 hari. Sedangkan dengan variasi bahan pengganti limbah keramik 25% adalah 22,249 Mpa, 50% adalah 22,966 Mpa, 75% adalah 20,514 dan variasi bahan pengganti 100 % adalah 19,496 Mpa.

Dari hasil penelitian didapatkan penambahan limbah keramik sebagai agregat halus sangat berpengaruh. Dimana hasil uji kuat tekan maksimum yang didapatkan mengalami penurunan, dapat dilihat kuat tekan beton normal tanpa penambahan limbah keramik sebesar 23,192 MPa. Sedangkan dapat kita ketahui nilai kuat beton mengalami penurunan pada variasi 25%, 50%, 75% dan 100% jika dibandingkan dengan variasi tanpa campuran limbah keramik atau 0%, untuk nilai selisih terkecil terjadi pada variasi campuran 50%, yaitu campuran limbah keramik dengan nilai kuat tekan yaitu 0,985%, sedangkan untuk nilai selisih tertinggi pada variasi 100% dengan nilai selisih kuat tekan yaitu -0,159%.

Kata Kunci : Beton Mutu Normal, Limbah Keramik, Kuat Tekan.

ABSTRACT

Concrete is a composite substance (mixture) made up of a number of materials, the major components of which are a specific proportion of fine aggregate, coarse aggregate, water, and/or other additives. Based on prior concrete research, this study replaces fine aggregate with fractions of ceramic waste that are organized in accordance with the norm. The purpose of this study is to ascertain the compressive strength of concrete that has ceramic waste added. Ceramic waste replacement materials come in different percentages of 25%, 50%, 75%, and 100%. This investigation employed a 0.55 phase and 28-day concrete testing. According to test results, the average compressive strength of concrete at 28 days with fluctuations and no additional 0% ceramic waste replacement is 23,192 Mpa. In the meantime, the replacement material variation for 25% ceramic waste is 22.249 Mpa, 50% is 22.966 Mpa, 75% is 20.514, and 100% is 19.496 Mpa.

According to the study's findings, using ceramic waste as fine aggregate had a significant impact. It can be seen that the typical compressive strength of concrete without the inclusion of ceramic waste is 23,192 MPa in the areas where the highest compressive strength test results obtained have reduced. Although the concrete strength value has decreased in variations of 25%, 50%, 75%, and 100% when compared to variations without a mixture of ceramic waste or 0%, the smallest difference value occurs in variations of 50% mixture, specifically a mixture of ceramic waste with the compressive strength value of 0.985%, while the highest difference value is at variations of 100% variation with a difference in compressive strength value of -0.159%.

Keywords: *Normal Quality Concrete, Ceramic Waste, Compressive Strength*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
SURAT PLAGIASI.....	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
MOTTO	vii
UCAPAN TERIMKASIH	viii
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK INDONESIA.....	xi
ABSTRAK INGGRIS	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4

2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1 Beton	6
2.2.2 Bahan Penyusun Beton.....	7
2.2.3 Faktor Air Semen	13
2.2.4 Kekuatan Tekan Beton	13
2.2.5 Kekuatan geser beton	15
2.2.6 Kekuatan Tarik belah beton.....	17
2.2.7 Pengujian <i>Workabilty (slump)</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Lokasi Penlitian	19
3.2 Bahan Dan Alat Penelitian.....	19
3.3 Kebutuhan benda uji	20
3.4 Tahapan pengujian.....	21
3.5 Perencanaan campuran (<i>Mix Design</i>)	27
3.6 Langkah-langkah pengujian.....	27
3.6.1 Pengujian <i>workability (slump)</i>	27
3.6.2 Pembuatan benda uji silinder	28
3.6.3 Pembuatan benda uji double-1	28
3.6.4 Pengujian kuat tekan beton.....	29
3.6.5 Pengujian kuat Tarik belah beton	29
3.6.6 Pengujian kuat geser beton	30
3.6 Perawatan benda	30
3.7 Bagan alir penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Hasil pengujian agregat halus	33
4.1.1 Hasil pengujian berat satuan agregat halus.....	33
4.1.2 Gradasi agregat halus	36
4.1.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air	37

4.1.4 Hasil pengujian kadar air agregat halus	38
4.2. Hasil pengujian agregat kasar	39
4.2.1 Hasil pengujian berat satuan agregat kasar	39
4.2.2 Gradasi agregat kasar	42
4.2.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air.....	43
4.2.4 Hasil pengujian kadar air agregat kasar	44
4.3. Hasil pengujian agregat tambahan (limbah keramik)	45
4.3.1 Hasil pengujian berat satuan agregat tambahan (limbah keramik)	45
4.3.2 Gradasi agregat tambahan (limbah keramik)	48
4.3.3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan	50
4.3.4 Hasil pengujian kadar air agregat tambahan	51
4.4. Desain campuran bahan penyusun beton (mix design).....	52
4.5. Workability beton (<i>slump</i> test).....	52
4.6. Gambaran beton normal dengan variasi limbah keramik	53
4.6.1 Beton dengan variasi campuran 25% limbah keramik	53
4.6.2 Beton dengan variasi campuran 50% limbah keramik	53
4.6.3 Beton dengan variasi campuran 75% limbah keramik	54
4.6.4 Beton dengan variasi campuran 100% limbah keramik	54
4.7. Hasil pengujian kuat tekan.....	55
4.8. Hasil pengujian kuat Tarik belah beton	57
4.9. Hasil kuat geser beton	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi gradasi agregat halus	8
Tabel 2.2	Klasifikasi gradasi agregat kasar	9
Tabel 4.1	Hasil pengujian berat satuan padat agregat halus	33
Tabel 4.2	Hasil pengujian berat satuan lepas agregat halus	35
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan analisa gradasi agregat halus.....	36
Tabel 4.4	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus..	37
Tabel 4.5	Hasil pengujian kadar air agregat halus	38
Tabel 4.6	Hasil pengujian berat satuan padat agregat kasar	39
Tabel 4.7	Hasil pengujian berat satuan lepas agregat kasar	41
Tabel 4.8	Hasil pemeriksaan analisa gradasi agregat kasar.....	42
Tabel 4.9	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar..	44
Tabel 4.10	Hasil pengujian kadar air agregat halus.....	45
Tabel 4.11	Hasil pengujian berat satuan padat agregat tambahan (limbah keramik).....	45
Tabel 4.12	Hasil pengujian berat satuan lepas agregat tambahan (limbah keramik).....	47
Tabel 4.13	Hasil pemeriksaan analisa gradasi agregat tambahan (limbah keramik).....	49
Tabel 4.14	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat tambahan (limbah keramik)	50
Tabel 4.15	Hasil pengujian kadar air agregat tambahan (limbah keramik)	51
Tabel 4.16	Kebutuhan bahan penyusun beton per 1 m ³	52
Tabel 4.17	Hubungan nilai <i>slump</i> dengan campuran variasi limbah keramik	52
Tabel 4.18	Selisih nilai kuat tekan beton.....	56
Tabel 4.19	Selisih nilai kuat tarik belah beton	58
Tabel 4.20	Selisih nilai kuat geser beton.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sketsa pengujian kuat tekan beton	14
Gambar 2.2	Sketsa pengujian kuat geser beton.....	15
Gambar 2.3	Sketsa pengujian kuat tarik belah	16
Gambar 2.4	Sketsa kerucut <i>abrams</i>	18
Gambar 3.1	Bagan alir.....	32
Gambar 4.1	Gradasi agregat halus	37
Gambar 4.2	Gradasi agregat kasar	43
Gambar 4.3	Gradasi agregat tambahan (limbah keramik)	50
Gambar 4.4	Beton variasi campuran 25% limbah keramik.....	53
Gambar 4.5	Beton variasi campuran 50% limbah keramik.....	54
Gambar 4.6	Beton variasi campuran 75% limbah keramik.....	54
Gambar 4.7	Beton variasi 100% limbah keramik	55
Gambar 4.8	Pengujian kuat tekan beton silinder.....	55
Gambar 4.9	Hasil pengujian kuat tekan beton silinder	56
Gambar 4.10	Pengujian kuat tarik belah beton silinder	57
Gambar 4.11	Hasil pengujian kuat tarik belah beton silinder	58
Gambar 4.12	Pengujian kuat geser beton	59
Gambar 4.13	Hasil pengujian kuat geser beton.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia dimana hampir 70% bahan bangunannya adalah beton. Berbagai bangunan dibangun dengan menggunakan beton sebagai bahan utama bangunan, struktur terapung, dan bangunan sarana transportasi. Beton terdiri dari campuran agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split), yang ditambahkan semen dan perekat berbasis air untuk membantu reaksi kimia selama proses pengawetan (Mulyono, 2003)..

Tentu saja mengingat besarnya potensi tanah liat di Indonesia, banyak kegiatan industri yang berkembang untuk memberikan manfaat bagi masyarakat, namun seiring dengan manfaat tersebut, terdapat pula dampak dari kegiatan industri tersebut seperti Limbah industri yang ramah lingkungan yang dapat merusak lingkungan. Contohnya adalah industri keramik. Ketersediaan bahan baku untuk produksi keramik sangat melimpah sehingga industri ini tidak akan mati, tetapi akan berkembang walaupun Ramah lingkungan..

Limbah keramik merupakan contoh limbah yang dihasilkan sebagai bagian dari proses konstruksi atau dari renovasi bangunan. Tembikar dibuat dengan membakar tanah liat atau lempung pada suhu tinggi. Penggunaan material bahan limbah pecahan keramik sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton biasa belum meluas di Indonesia, namun mulai diterapkan untuk penimbunan kembali, lapisan pondasi jalan, dll. Hal ini karena bahan baku untuk agregat halus sudah tersedia. Tapi cepat atau lambat kita kehabisan bahan. Artinya, bahan menjadi lebih mahal setiap tahun. Melihat hal tersebut di atas, maka perlu digunakan material bahan limbah pecahan keramik sebagai pengganti agregat halus pada pencampuran beton biasa dalam penelitian ini.

Dilatar belakang hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan limbah keramik dengan beberapa perlakuan sebagai campuran agregat halus yaitu campuran antara limbah keramik pada campuran beton untuk

mengetahui kadar pasir optimum yang bisa digunakan untuk beton, dan bisa mengurangi biaya yang dikeluarkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang di atas, beberapa masalah dapat dirumuskan sebagai berikut.

- 1) Bagaimana pengaruh limbah keramik sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton?
- 2) Bagaimana hasil perbandingan kuat tekan beton normal dengan kuat beton yang menggunakan bahan limbah keramik?

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah di atas, maka tujuan yang dicapai melalui penelitian ini adalah:

- 1) Menentukan pengaruh kuat tekan beton menggunakan bahan limbah pecahan keramik sebagai pengganti agregat halus.
- 2) Menentukan hasil perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan limbah keramik sebagai pengganti agregat halus.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang proses penelitian beton di laboratorium.
2. Sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah kuat tekan beton menggunakan bahan limbah pecahan keramik sebagai pengganti agregat halus.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya masalah yang berkaitan dengan konkrit, penelitian ini memberikan definisi masalah yang bertujuan untuk mempersempit pembahasan sehingga batas-batasnya menjadi jelas, bukan memperlebar perdebatan.

Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji berbentuk silinder dengan diameter (150 x 300) mm.

- 2) Limbah keramik yang di gunakan ialah limbah keramik berasal dari Gunung sari, Kab. Lombok Barat
- 3) Kuat tekan (f'_c) rencana yang dipakai adalah 20 MPa untuk beton normal.
- 4) Jenis pengujian yang akan dilakukan yaitu uji tekan, uji tarik belah dan uji geser.
- 5) Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari.
- 6) Variasi limbah keramik yang digunakan ialah 0%, 25%, 50%, 75% 100%.
- 7) Jumlah benda uji setiap pengujian adalah 3/variasi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beton adalah suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa bahan yang komponen utamanya adalah campuran agregat halus, agregat kasar, air dan/atau bahan tambahan lainnya dalam perbandingan tertentu. Karena beton merupakan bahan komposit, keuletan beton sangat tergantung pada kualitas setiap bagian yang dicetak. (Tjokrodinuljo : 2007)

Penelitian ini dilakukan oleh Wicaksono dan Sudjiati pada tahun 2012 dan pertama kali dilakukan pengujian material pada agregat halus yaitu pasir. Ini termasuk penyelidikan grading, kepadatan, penyerapan agregat, kandungan lumpur, dan kandungan bahan organik. Agregat kasar, atau batu pecah, harus menjalani uji grading, densitas, penyerapan air dan abrasi Los Angeles. Rencana campuran beton dengan kuat tekan beton 25 MPa kemudian dikembangkan dengan mengacu pada aturan SNI T-15-1990-03. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm digunakan untuk menguji kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah beton. Sampel berbentuk silinder dengan tinggi 140 mm dan tinggi 70 mm digunakan untuk uji penyerapan air. Ada banyak variasi agregat kasar yang digunakan dalam pencampuran beton, seperti mengganti batu pecah dengan ubin lantai keramik. Persentase limbah keramik yang dihasilkan bervariasi pada 0, 15, 30, 45, 60, 75, dan 100 persen dari volume agregat kasar. Variasi benda dan angka dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Semua pengujian dilakukan saat benda uji silinder beton berumur 28 hari setelah penguangan. Beton dengan 30% limbah keramik menunjukkan hasil pengujian terbaik dengan kuat tekan 30,82 MPa, modulus Young 20,082,35 MPa dan kuat belah 15,06 MPa. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pecahan tanah keramik dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam campuran beton. Studi telah menunjukkan bahwa kemerosotan berkurang dalam formulasi beton menggunakan cullet keramik. Beton agregat kasar berbahan keramik cullet

memiliki bobot volume yang lebih ringan dan daya serap air yang lebih tinggi dibandingkan beton biasa.

Penelitian dilakukan oleh Zimbili dkk. (2014) Studi penggunaan limbah keramik dalam konstruksi telah menunjukkan bahwa suhu yang digunakan dalam pembuatan ubin keramik (sekitar 900 derajat Celcius) cukup untuk mengaktifkan sifat pozzolan dari tanah liat. Hal ini juga menunjukkan bahwa setelah optimasi (11-14% penggantian). Campuran semen tampil lebih baik tanpa perbedaan morfologi antara semen yang dicampur dengan limbah keramik dan semen yang dicampur dengan bahan pozzolan lainnya. Barang saniter porselen dan sisa isolasi listrik adalah beberapa sisa yang diselidiki untuk digunakan sebagai agregat dalam produksi beton. Dioptimalkan dan keduanya memberikan hasil yang lebih baik daripada menggunakan aditif alami.

Penelitian dilakukan oleh Jacob (2017) Kuat tekan hingga 40% lebih tinggi dari beton konvensional karena peningkatan tingkat penggantian limbah keramik. Pada penggantian 50 persen, kekuatannya hampir sama (kenaikan 0,87 persen). Tingkat perubahan biaya meningkat seiring dengan meningkatnya tingkat penggantian limbah keramik.

Penelitian dilakukan oleh Daniyal dan Ahmad (2015) Pengaruh penambahan skrap ubin keramik pecah sebagai substitusi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% untuk agregat kasar alami dipelajari untuk menentukan skrap ubin keramik yang optimal untuk digunakan dalam campuran beton. Sekitar 30% pada rasio / semen 0,5. Kuat tekan dan kuat lentur optimal beton masing-masing 5,43 persen dan 32,2 persen lebih tinggi dari beton referensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah keramik mengarah pada peningkatan sifat beton.

Penelitian dilakukan oleh Revisdah dan Utari (2018) Menyimpulkan berbagai hasil penelitian kuat tekan beton K250 dengan bahan tambahan dari campuran limbah keramik, dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang 8%, 10%, 12%, 14 persen, 16 persen, 18 persen, 20 persen, menganalisis data yang diperoleh dan merangkum hasil penelitian sebagai berikut:

- Dari penambahan limbah keramik kuat tekan beton optimumnya terjadi pada persentase limbah keramik 14%.
- Pada penambahan persentase limbah keramik 14% didapatkan hasil 272,01 kg/cm², dengan kondisi kenaikan persentase 6,27% dari beton normal yaitu 255,97 kg/cm².
- Dari hasil uji slump diketahui bahwa seiring dengan besarnya penambahan limbah keramik, maka semakin kecil nilai slumpnya, dikarenakan penambahan limbah keramik

2.2 Landasan Teori

Landasan teori adalah landasan teori umum yang dijelaskan sehingga dapat digunakan lebih jelas sebagai pedoman pemecahan masalah yang dihadapi dalam studi kasus atau penelitian yang dilakukan.

2.2.1. Beton

Menurut SBU 2847:2013, beton adalah semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan campuran air-air, yang digunakan dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton mengeras dengan usia dan mencapai kekuatan desain (f'_c) dalam 28 hari. Karena kuat tekannya yang sangat baik, beton banyak digunakan atau digunakan dalam pemilihan jenis struktur, terutama struktur, jembatan dan jalan.

Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, dan sisanya pasir dan kerikil. Setelah pengawetan, campuran akan memiliki sifat yang berbeda tergantung pada produk. Sifat beton dipengaruhi oleh rasio pencampuran, metode pencampuran, metode transportasi, metode pencetakan, metode pemadatan, dll. (Wuryati, 2001).

Beton sangat banyak digunakan karena keunggulannya dibandingkan bahan bangunan lainnya. Secara khusus, keunggulan beton adalah:

- 1) Ketersediaan dokumentasi dasar
- 2) Kemudahan penggunaan
- 3) Kemampuan beradaptasi

4) resistensi tinggi

Selain kelebihan di atas, beton juga memiliki kekurangan sebagai berikut:

- 1) Berat sendiri yang besar
- 2) Kekuatan tarik yang rendah
- 3) Cenderung mudah retak
- 4) Struktur beton sulit dipindahkan

A. Beton Normal

Beton normal adalah beton dengan berat sekitar (2200-2500) kg/m³, dibuat dari agregat alam, dihancurkan atau tidak dihancurkan, tanpa menggunakan bahan tambahan. Ini digunakan dalam proyek konstruksi karena proses manufaktur (desain campuran) relatif mudah dikendalikan. Beton biasa umumnya digunakan untuk proyek beban yang relatif ringan dan sedang seperti konstruksi perumahan, komersial, kantor dan bangunan.

Beton biasa adalah beton dengan berat antara 2200 kg/m³ dan 2500 kg/m³, dibuat dari campuran Portland atau semen terhidrolisis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, menghasilkan massa padat tanpa memperhatikan , kuat dan stabil (SNI 7656-2012)

2.2.2. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya) serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

A. Agregat

SNI 03-2847-2013 mendefinisikan agregat sebagai bahan butiran seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan kulit tungku yang digunakan dengan bahan pengikat untuk membentuk beton atau semen hidrolik. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi dalam beton,

namun peran agregat dalam beton sangat penting. Kandungan agregat dalam beton adalah sekitar 70%-75% dari total volume beton. (Tjokrodinuljo, 2012).

1. Agregat Halus

Agregat dianggap agregat halus bila ukuran partikelnya kira-kira 4,75 mm (ASTM C33). SNI 03-2834-2000 menyatakan bahwa agregat halus adalah pasir alam yang diperoleh dari dekomposisi alami batuan atau pasir dan memiliki ukuran butir 5,0 mm.

SK SNI T-15-1990-03 memuat persyaratan agregat halus yang diambil dari British Standards di Inggris. Agregat halus dikelompokkan seperti 4 zona (daerah).

Pasir dalam campuran beton sangat penting untuk workability, kekuatan dan durabilitas beton yang dihasilkan. Kualitas pasir harus dikontrol untuk hasil beton yang seragam. SK SNI T-15-1990-03 memuat persyaratan agregat halus yang diambil dari British Standards di Inggris. Agregat halus diklasifikasikan menjadi empat zona (area) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lolos Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-90	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber Muyono,2003)

Keterangan:

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

2. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat adalah partikel alami atau buatan yang digunakan sebagai pengisi beton dan menyumbang sekitar 70% dari volume beton. (Yudianto, 2011).

Agregat kasar adalah batu alam yang telah dihancurkan sedemikian rupa oleh industri pemecah batu, dengan ukuran sekitar 5 mm sampai 40 mm. (SNI 03-2834-2000).

Ukuran partikel maksimum yang diizinkan tergantung pada tujuan penggunaan. Ukuran agregat sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin tinggi agregat maksimum yang digunakan, maka semakin rendah kekuatan beton yang dihasilkan. Hal ini karena semakin besar agregat kasar, semakin besar jarak antar agregat, yang meningkatkan potensi jebakan udara, yang dapat menyebabkan kekuatan tekan yang lebih rendah. Menurut British Standards (B.S), kadar agregat kasar yang baik (kerikil/batu pecah) harus berada dalam batas yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Klasifikasi gradasi agregat kasar

Ukuran saringan (mm)	Persen butir lewat ayakan, besar butir maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	90-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85
4,8	0-5	0	0-10

(Sumber: Mulyono, 2003)

B. Semen

Semen portland adalah pengikat hidrolik yang dibuat dengan menghancurkan klinker yang ditambahkan gipsum, dan bahan utamanya adalah silika hidrolik dan kalsium. (Departemen Pekerjaan Umum, 1982).

Semen portland merupakan bahan pengikat yang penting dan banyak digunakan dalam konstruksi. Fungsi semen adalah untuk mengikat partikel agregat menjadi massa yang padat dan padat. Senyawa penting untuk kadar semen Portland adalah:

- *Tricalcium Silikat (C3S)* = $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
- *Dicalcium Silikat (C2A)* = $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
- *Tricalcium Aluminate (C3A)* = $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
- *Tetracalcium Aluminoferrite (C3AF)* = $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1982) tentang Bahan Semen:

- 1) Semen yang dapat digunakan dalam pembuatan beton harus dari jenis yang ditentukan dalam SII D013-81 atau Standar Umum Bahan Bangunan Indonesia 1986 dan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam standar ini.
- 2) Jika pozzolan (campuran semen Portland dan bahan pozzolan) digunakan, semen harus memenuhi SII 0132 "Metode Mutu dan Uji Semen Portland Pozzolan" atau ASTM C595 "Spesifikasi Semen Hidrolik Campuran".

Semen Portland dapat dibagi menjadi lima jenis berikut sesuai dengan kegunaannya. (Tjokrodinuljo, 1996):

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus. Semen jenis ini paling dibutuhkan oleh masyarakat luas dan dapat digunakan untuk keperluan apapun.
2. Jenis II : Semen portland yang membutuhkan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen ini cocok untuk digunakan di daerah dengan kondisi suhu tinggi dan

di struktur drainase. Semen Portland tipe II ini direkomendasikan untuk digunakan pada bangunan yang ditandai dengan adanya kolom, seperti bendungan, dermaga dan pondasi berat, di mana hidrasi rendah juga merupakan aspek penting.

3. Jenis III : Semen Portland dengan tuntutan tinggi pada kekuatan awal setelah pengerasan. Karena ini adalah jenis yang menunjukkan kekuatan tinggi dalam waktu singkat, itu dapat digunakan untuk memperbaiki bangunan beton yang ingin Anda gunakan segera atau bangunan yang Anda ingin segera melepas bekisting. Ini juga dapat digunakan di daerah dengan suhu rendah, terutama di daerah dengan musim dingin. Digunakan untuk pembuatan jalan beton, landasan pacu, gedung pencakar langit dan struktur air di mana ketahanan sulfat tidak diperlukan.
4. Jenis IV : Semen Portland dengan persyaratan hidrasi panas rendah digunakan. Semen jenis ini digunakan untuk keperluan konstruksi dimana peningkatan volume dan panas harus minimal. Oleh karena itu, semen jenis ini memperoleh kekuatan beton lebih lambat daripada Portland Tipe I. Jenis semen ini digunakan dalam struktur beton besar seperti bendungan gravitasi besar di mana kenaikan suhu karena panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor yang signifikan.
5. Jenis V : Semen portland yang digunakan untuk kebutuhan tinggi sangat tahan terhadap sulfat. Cocok untuk digunakan dalam produksi beton di area dengan konsentrasi sulfat tinggi di tanah dan air. Ideal untuk instalasi pengolahan limbah, konstruksi bawah air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit listrik tenaga nuklir.

C. Air

Air adalah bahan baku terpenting dalam pembuatan beton, tetapi paling murah. Air bereaksi dengan semen dan diperlukan sebagai pelumas antar partikel agregat, sehingga mudah diproses dan dipadatkan. Sekitar 25% air menurut berat semen diperlukan untuk bereaksi dengan semen. Namun dalam praktiknya, sulit untuk menurunkan nilai faktor air-semen di bawah 0,35. Kelembaban ekstra ini digunakan sebagai pelumas. Namun, penambahan air sebagai pelumas akan mengurangi kekuatan beton dan membuatnya keropos, sehingga harus berhati-hati agar tidak berlebihan. Selain itu, kelebihan air dalam campuran beton dan muncul di permukaan beton yang baru dituang (bleeding), yang menjadi gelembung dan membentuk lapisan tipis (film tipis) yang disebut selubung semen. Lapisan tipis ini melemahkan ikatan antar lapisan beton dan merupakan ikatan yang lemah. Ketika jamur terlepas, air dapat keluar bersama dengan semen, membuat sarang menjadi lebih kecil. (Tjokrodinuljo, 1996).

(Departemen Pekerjaan Umum, 1982), penggunaan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Air harus bersih dengan tidak lebih dari 2 gram/liter lumpur, minyak, atau benda terapung lainnya yang terlihat.
- 2) Padatan tersuspensi tidak melebihi 2 gram/liter.
- 3) Mengandung tidak lebih dari 15 gram/liter garam perusak beton.
- 4) Mengandung kurang dari 1 gram/liter senyawa sulfat.
- 5) Klorida (Cl) harus kurang dari 0,5 gram/liter.

D. Limbah Keramik

Perkembangan sektor konstruksi Indonesia yang menggunakan balok beton akan menyebabkan tingginya permintaan semen dan pasir, yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas semen. Produksi semen telah menghasilkan emisi CO₂ yang signifikan ke atmosfer. Menurut World Energy Outlook, Badan Energi

Internasional, 23,8 miliar ton karbon dioksida diproduksi pada tahun 1995. Produksi semen Portland menyumbang 7% dari semua CO₂ dan diperkirakan akan terus tumbuh. (Akmalia dkk. 2016).

Semakin berkembangnya industri keramik Indonesia juga berdampak pada meningkatnya limbah keramik. Pusat Penelitian dan Pengembangan TMB (2005) menyebutkan bahwa Indonesia mengekspor 122.367.973 m³ batu keramik pada tahun 2005. Selain itu, kebutuhan batubara untuk proses pembakaran di pembangkit listrik juga semakin meningkat. Hal ini akan meningkatkan produksi fly ash yang masih kurang dimanfaatkan sebesar 20-30%. (Nurzal dan Taufik 2016).

2.2.3. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah metrik penting dalam desain campuran beton karena merupakan rasio jumlah air dengan jumlah semen dalam campuran beton. Hubungan antara berat air yang digunakan dan berat semen dapat dirumuskan sebagai Persamaan 2.1.

$$\text{FAS (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air (kg/m}^3\text{)}}{\text{Jumlah Semen (l/m}^3\text{)}} \dots\dots\dots(2-1)$$

Faktor air semen membantu menentukan jumlah semen yang dibutuhkan. Nilai FAS yang lebih tinggi membutuhkan lebih sedikit semen dan nilai FAS yang lebih rendah membutuhkan lebih banyak semen.

2.2.4. Kekuatan Tekan Beton

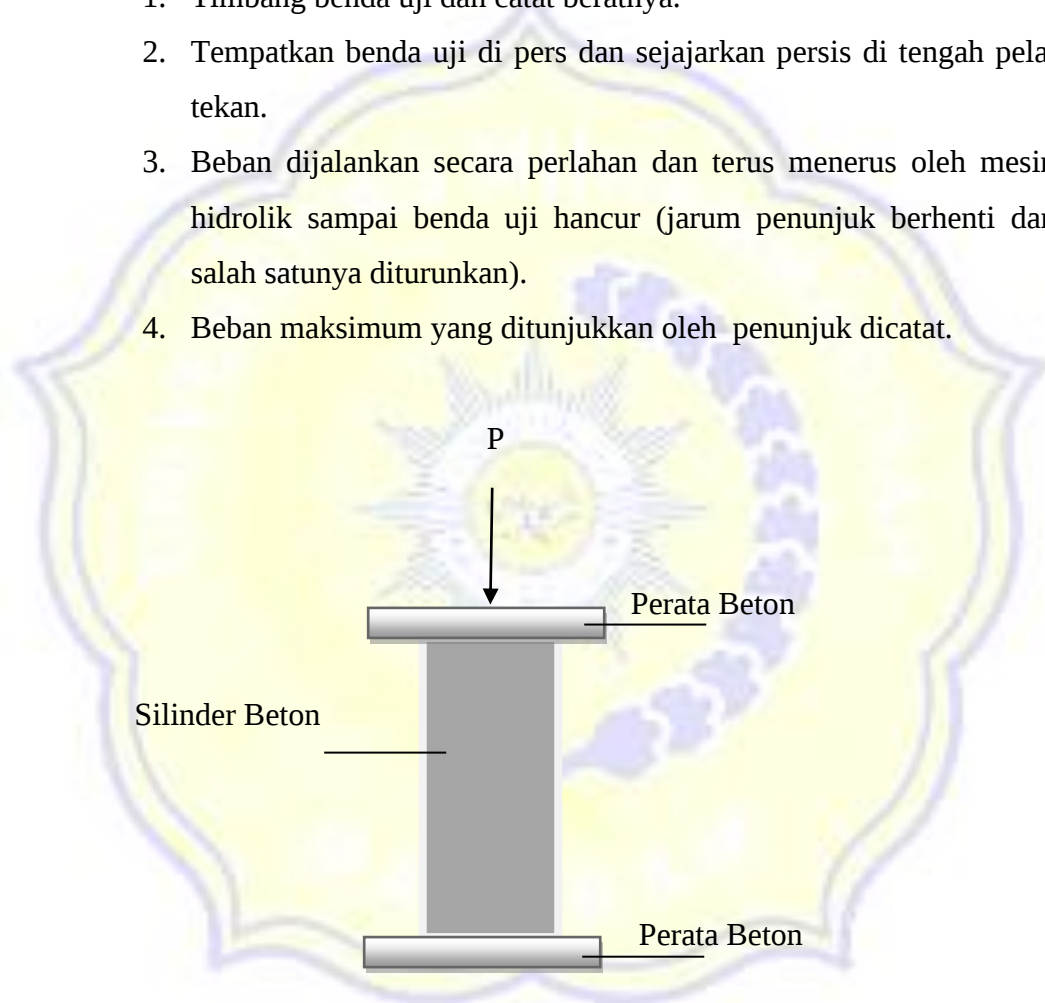
Kuat tekan suatu beban beton adalah besarnya beban permukaan yang menyebabkan suatu benda uji beton runtuh apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh suatu tekan. Kuat tekan beton ditentukan dengan mengatur perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Semakin tinggi persentase semen, semakin tinggi kuat tekannya. Sejumlah air

diperlukan untuk mendapatkan efek kimia dalam perawatan beton. Kelebihan air meningkatkan kemampuan kerja tetapi mengurangi kekuatan (Wang dan Salmon, 1990).

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk menentukan kuat tekan beton yang dipersyaratkan.

Berikut langkah-langkah pengujiannya:

1. Timbang benda uji dan catat beratnya.
2. Tempatkan benda uji di pers dan sejajarkan persis di tengah pelat tekan.
3. Beban dijalankan secara perlahan dan terus menerus oleh mesin hidrolik sampai benda uji hancur (jarum penunjuk berhenti dan salah satunya diturunkan).
4. Beban maksimum yang ditunjukkan oleh penunjuk dicatat.



Gambar 2.1 Sketsa pengujian kuat tekan beton

5. Rumus untuk menghitung kuat tekan adalah sebagai berikut.

$$F'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2-2)$$

dengan;

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

2.2.5. Kekuatan Geser Beton

Kuat geser beton merupakan salah satu sifat beton yang diperkeras. Retak terjadi ketika gaya yang diterapkan pada beton melebihi kekuatan geser maksimum yang dapat ditahan beton. Tegangan geser dibuat oleh gaya gesekan antara satu partikel dengan partikel lainnya. Tegangan geser ini disebut tegangan geser karena gaya geser langsung. Kuat geser sulit untuk ditentukan secara eksperimental relatif terhadap kekuatan mekanik lainnya karena sulit untuk memisahkan geser dari kekuatan lain. Kuat geser pada berbagai penelitian eksperimental menunjukkan variasi 20-85% dibandingkan kuat tekan. (Nawy, 1998).



Gambar 2.2 Sketsa pengujian kuat geser beton

Kuat geser dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_s = \frac{P}{bh} \dots\dots\dots (2-3)$$

dengan :

f_s = Kuat geser (MPa)

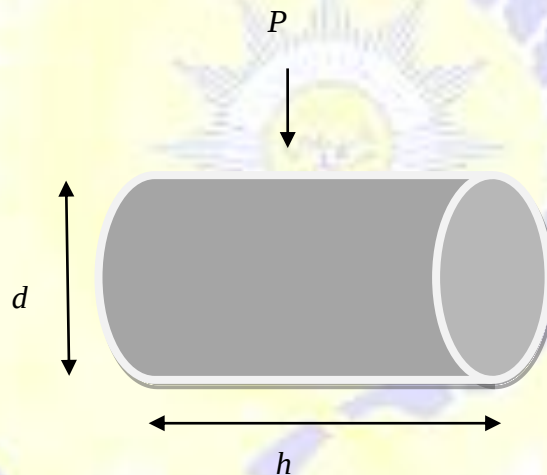
P = Beban maksimum (N)

b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

2.2.6. Kekuatan Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton merupakan parameter penting dari kekuatan beton. Nilai kekuatan belahan dapat ditentukan dengan uji tekan laboratorium dengan memuat secara lateral setiap spesimen silinder hingga kekuatan maksimum. Benda uji diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja mesin uji (SNI 03-249-2002). Sebuah sketsa tes ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Sketsa pengujian kuat Tarik belah beton

Berdasarkan percobaan laboratorium, rumus untuk menentukan nilai kuat tarik belah beton adalah:

$$F_t = \frac{2P}{dh} \dots\dots\dots(2-4)$$

dengan :

f_t = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

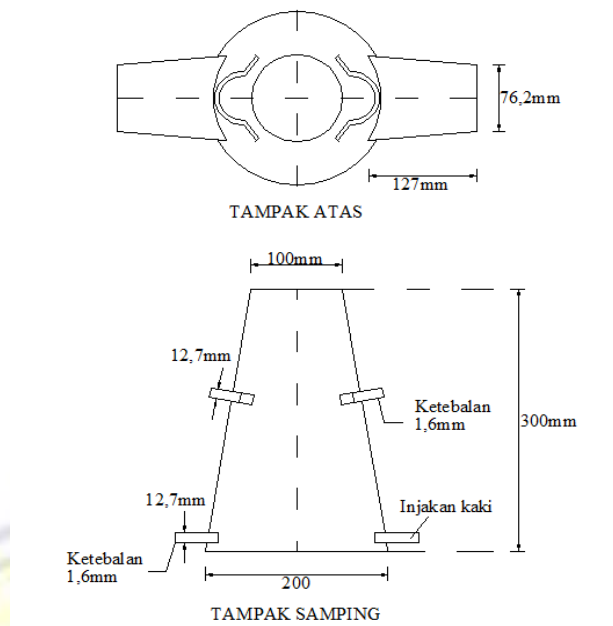
h = tinggi silinder (mm)

d = diameter silinder beton (mm)

2.2.7. Pengujian *Workability* (*Slump*)

Uji Slump adalah pengujian empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan campuran beton siap pakai. Slump test dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton. Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan slump pada campuran beton setelah alat tuang dinaikkan. Jika slump yang dihasilkan lebih besar dari slump desain, campuran encer dan nilai workability akan lebih tinggi, begitu pula sebaliknya jika slump lebih kecil dari nilai slump desain, rich mix dan nilai workability akan lebih rendah. Slump adalah ukuran kekentalan suatu campuran beton, dinyatakan dalam mm dan ditentukan dengan menggunakan Abrams Cone Tool (SNI 03-1972-1990 untuk Cara Uji Slump pada Beton Semen Portland). Workability adalah sifat fisik campuran beton yang menentukan jumlah kerja mekanis, atau jumlah energi tertentu, yang diperlukan untuk menghasilkan beton monolitik yang kuat tanpa segregasi.

Uji slump ini mengacu pada SNI 1972-2008. Beton dengan kemerosotan kurang dari 15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton dengan kemerosotan lebih besar dari 230 mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini. Dalam percobaan ini, corong baja berbentuk kerucut dengan lubang di kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Diameter bawah 20cm, diameter atas 10cm, dan tinggi 30cm.



Gambar 2.3 Sketsa kerucut *abram*

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Studi eksperimental dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

3.2 Bahan dan alat penelitian

3.2.1 Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen`

Semen bertindak sebagai pengikat dalam campuran beton. Untuk penelitian ini digunakan Semen Portland (PC) Tipe I pada merek kendaraan roda 3 dengan kenaikan 50 kg/zak.

2. Air

Air yang digunakan dipasok oleh Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram.

3. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan berasal dari Sedau, Lombok Barat, sebelum pembuatan beton, analisis filter, penyerapan air dan analisis berat jenis (sesuai standar ASTM C33).

4. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat kasar yang digunakan, dengan ukuran partikel maksimum 20 mm, diambil dari batuan sebelum beton dibuat, dan dilakukan pengujian agregat filter, penyerapan air, berat jenis dan berat satuan (sesuai standar ASTM C-33) .

5. Bahan Tambahan pengganti agregat halus (Limbah Keramik)

Limbah keramik yang akan digunakan adalah limbah keramik yang telah dianalisis filter, penyerapan air, dan berat jenisnya.

6. Belerang

Menurut SNI 6369-2008 belerang digunakan sebagai capping agent. Jika kuat tekan beton kurang dari 35 MPa, tutup harus dirawat

selama 2 jam sebelum pengujian beton, jika kuat tekan beton lebih besar dari 35 MPa, tutup harus dirawat selama 16 jam sebelum pengujian di sana adalah.

7. Oli

Dalam penelitian ini, minyak bumi digunakan sebagai bahan pendukung penelitian, seperti halnya belerang. Sesuai dengan SNI 6369-2008 untuk pembuatan tutup spesimen silinder, oli digunakan untuk melumasi pelat tutup agar spesimen mudah dilepas. Minyak juga digunakan sebagai pelumas untuk cetakan beton.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Oven
2. Timbangan
3. Piknometer
4. Ayakan/saringan
5. Alat Capping Silinder Beton
6. Ceatakan Beton Silinder dengan ukuran (15 x 30 cm)
7. Kerucut *Abrams*
8. Cetok
9. Penggaris
10. Jangka sorong
11. Kuas
12. Cawan
13. Sendok
14. Tongkat penumbuk besi 6 mm
15. Mesin uji tekan dan uji geser (*Compression Testing Machine*)
16. mesin mixer molen (*Concrete mixer*)

3.3 Kebutuhan Benda Uji

Pada penelitian ini terdapat 5 benda uji beda dengan variasi campuran beton. Variasi ini dibedakan berdasarkan rasio limbah keramik terhadap

kebutuhan berat agregat halus (pasir) dalam campuran beton. Variasi tingkat penggunaan sisa gerabah adalah 0% (nilai acuan), 25%, 50%, 75%, dan 100%.

3.4 Tahapan Pengujian Bahan

Jenis material yang diuji untuk tujuan penelitian ini adalah pasir, kerikil dan limbah keramik. Pemeriksaan agregat ini dilakukan untuk mengetahui kondisi Saturated Surface Dry atau SSD (Saturated Surface Dry), berat jenis, berat jenis, kadar air dan gradasi agregat. Prosedur pengujian dilakukan sesuai PERMEN PUPR 2017.

1. Pengujian Berat Satuan Agregat

Tujuannya adalah untuk menentukan berat satuan agregat lepas dan padat yang bertindak sebagai konversi dari satuan berat ke satuan volume dan sebaliknya. Berat satuan agregat yang diuji adalah:

A. Pengujian Berat Satuan Agregat Halus (pasir)

a) Berat Agregat Halus Satuan Lepas

Langkah-langkah pengujian :

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Isi toples dengan agregat halus (pasir) dan ratakan.
3. Timbang dan catat berat wadah yang berisi agregat halus (pasir)

b) Berat Agregat Halus Satuan Padat

Langkah-langkah pengujian :

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Masukkan $\frac{1}{3}$ agregat halus (pasir) ke dalam botol dan kocok sebanyak 25 kali.
3. Tambahkan agregat halus (pasir) hingga $\frac{2}{3}$ tinggi botol, dan hancurkan secara merata sebanyak 25 kali.
4. Selanjutnya isi toples dengan agregat halus (pasir) dan dipadatkan secara merata sebanyak 25 kali untuk menghaluskan permukaan toples.

5. Timbang wadah dengan agregat halus (pasir) dan catat beratnya.

B. Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar (batu pecah)

a) Berat Agregat Kasar Satuan Lepas

Langkah-langkah pengujian :

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Isi wadah dengan agregat kasar (kerikil) dan tekan hingga rata.
3. Timbang toples agregat kasar dan catat beratnya.

b) Berat Agregat Kasar Satuan Padat

Langkah-langkah pengujian :

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Tambahkan $\frac{1}{3}$ botol dengan agregat kasar (batu pecah) dan kocok sebanyak 25 kali.
3. Isi wadah dengan agregat kasar (kerikil) setinggi $\frac{2}{3}$ dan giling secara merata sebanyak 25 kali.
4. Selanjutnya, masukkan agregat kasar (batu pecah) ke dalam mangkuk dan kocok secara merata sebanyak 25 kali untuk menghaluskan permukaan mangkuk.
5. Timbang toples yang berisi agregat kasar (batu pecah) dan catat beratnya.

C. Uji tambahan berat tunggal agregat (limbah keramik butir halus)

a) Prosedur Pemeriksaan Unit Berat Ekstra (Limbah Keramik)

Melepaskan, langkah-langkah pengujian:

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Tambahkan agregat tambahan (remah keramik) ke wadah dan ratakan.

3. Timbang toples dengan agregat tambahan (remah-remah tembikar) dan catat beratnya.

b) Langkah-Langkah Uji Unit Tetap Berat Kotor Tambahan (Limbah Keramik):

1. Timbang wadah besi terlebih dahulu, kemudian catat berat wadah besi.
2. Tambahkan agregat (remah keramik) ke 1/3 toples dan kocok 25 kali.
3. Tambahkan agregat (sisa keramik) hingga 2/3 tinggi toples dan giling 25 kali secara merata.
4. Selanjutnya, tambahkan agregat tambahan (keramik skrap) ke tepi toples dan post-mash 25 kali untuk meratakan permukaan toples.
5. Timbang toples berisi agregat berlebih (remah-remah tembikar) dan catat beratnya.

2. Analisa Saringan Agregat

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis distribusi ukuran partikel (gradasi) menggunakan ayakan dan mendapatkan nilai fine grain modulus (MHB). Analisis ayakan agregat yang diuji adalah

A. Analisa saringan Agregat Halus (pasir)

Langkah-langkah Pengujian :

1. Siapkan hingga 500g agregat halus kering-kiln.
2. Selanjutnya, saring agregat halus melalui saringan yang disusun dari besar ke kecil.
3. Tempatkan filter yang berisi benda uji ke dalam mesin vibrating filter dan kocok dalam mesin vibrating filter selama 15 menit.
4. Timbang dan hitung perbandingan berat sampel yang tertinggal pada masing-masing ayakan dengan berat total agregat halus.

B. Analisa Saringan Agregat Kasar (batu pecah)

Langkah-langkah Pengujian :

1. Siapkan hingga 5000 gram agregat kasar kering kiln.
2. Selanjutnya, saring agregat kasar melalui saringan yang disusun dari yang terbesar sampai yang terkecil.
3. Tempatkan filter yang berisi benda uji ke dalam mesin vibrating filter dan kocok dalam mesin vibrating filter selama 15 menit.
4. Timbang dan hitung perbandingan berat sampel yang tertahan pada setiap ayakan terhadap berat total agregat kasar.

C. Analisa saringan agregat tambahan (limbah keramik sebagai agregat halus).

Langkah-langkah Pengujian :

1. Siapkan sisa-sisa tembikar yang dikeringkan di tempat pembakaran. Beratnya mencapai 500 gram.
2. Limbah keramik ditempatkan pada saringan yang disusun dari yang terbesar hingga yang terkecil.
3. Tempatkan filter yang berisi benda uji ke dalam mesin vibrating filter dan kocok dalam mesin vibrating filter selama 15 menit.
4. Timbang dan hitung berat benda uji yang tertahan pada setiap saringan sebagai persentase dari total berat benda uji.

3. Pengujian Berat Jenis Agregat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan berat jenis, berat jenuh kering, dan penyerapan air. Berat jenis agregat yang diuji adalah:

A. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Langkah-langkah pengujian :

1. Siapkan pasir secukupnya.
2. Rendam pasir selama 24 jam.

3. Setelah direndam, pasir didinginkan sampai kering permukaan (SSD).
4. Pasir diuji menggunakan truncated cone untuk mengukur pasir kering dalam kondisi SSD. Isi kerucut terpotong dengan hingga 3 lapis pasir dan hancurkan 25 kali (lapisan pertama 8 kali, lapisan kedua 8 kali, lapisan terakhir 9 kali) sebelum dihaluskan. Setelah kerucut penuh, diamkan selama 30 detik. Kerucut kemudian diangkat secara perlahan. Jika pasir hancur di bagian tepi, itu berarti pasir dalam kondisi SSD.
5. Ambil 500 gram pasir SSD, masukkan ke dalam piknometer, tambahkan air hingga tanda batas piknometer dan kocok hingga muncul gelembung-gelembung.
6. Timbang dan catat piknometer yang berisi pasir dan air.
7. Keluarkan pasir dari piknometer dan panggang pada suhu (110 ± 5) selama 24 jam dan catat hasilnya setelah dipanggang.
8. Timbang piknometer dengan air sampai tanda batas piknometer dan catat beratnya.

B. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (batu pecah)

Langkah-langkah pengujian :

1. Pertama saring kerikil, kemudian saring sisa kerikil yang telah lolos ayakan 19,1 mm melalui ayakan 4,75 mm.
 2. Rendam kerikil dalam ember selama 24 jam.
 3. Kerikil yang direndam harus dikeringkan dengan kain sampai permukaan kering (SSD).
 4. Siapkan 500 gram kerikil untuk setiap sampel.
 5. Tempatkan kerikil dalam keadaan SSD ke dalam keranjang berisi air dan catat berat kerikil di dalam air.
 6. Ulangi proses ini untuk sampel berikutnya.
- C. Pemeriksaan berat jenis agregat tambahan (limbah keramik sebagai agregat halus)**

Langkah-langkah Pengujian :

1. Siapkan remahan keramik cair secukupnya.
 2. Rendam pasir selama 24 jam.
 3. Setelah direndam, limbah keramik didinginkan hingga mencapai permukaan kering (SSD).
 4. Kerokan keramik diperiksa dengan kerucut terpotong untuk mengetahui sisa keramik kering dalam kondisi SSD. Masukkan remah-remah keramik ke dalam kerucut yang telah dipotong, masukkan remah-remah keramik hingga 3 lapis, giling 25 kali (lapisan pertama 8 kali, lapis kedua 8 kali, lapisan terakhir 9 kali) dan haluskan. Setelah kerucut terisi, diamkan selama 30 detik dan kerucut perlahan akan terangkat. Jika remah keramik remuk di bagian tepi, berarti remah keramik sudah masuk ke kondisi SSD.
 5. Ambil 500 gram remah keramik SSD, masukkan ke dalam piknometer, tambahkan air hingga timbangan piknometer, dan kocok hingga muncul gelembung.
 6. Timbang dan catat piknometer yang berisi pasir dan air.
 7. Keluarkan pasir dari piknometer dan panggang pada suhu (110 ± 5) selama 24 jam dan catat hasilnya setelah dipanggang.
 8. Timbang piknometer dengan air sampai tanda batas piknometer dan catat beratnya.
4. Pemeriksaan kadar air agregat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan berat jenis, berat jenuh kering, dan penyerapan air. Konfirmasi kadar air agregat yang diuji adalah sebagai berikut:

A. Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)

Langkah-langkah :

1. Siapkan pasir SSD 500g.
2. Masukkan ke dalam oven pada suhu 110 ± 5 derajat selama 24 jam.

3. Setelah 4 jam, singkirkan pasir kue dan catat beratnya
- B. Pemeriksaan kadar air agregat kasar (batu pecah)
- Langkah-langkah pengujian
1. Siapkan 500 gram kerikil dalam keadaan SSD.
 2. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
 3. Setelah 4 jam, keluarkan pasir panggang dan catat beratnya.
- C. Pemeriksaan kadar air agregat tambahan (limbah keramik sebagai pengganti agregat halus)
- Langkah-langkah :
1. Siapkan SSD 500g dengan pecahan keramik yang pecah.
 2. Masukkan remah-remah keramik ke dalam oven dengan suhu 110 ± 5 selama 24 jam.
 3. Setelah 4 jam, keluarkan limbah tembikar dari kiln dan catat beratnya.

3.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton adalah proses teoritis untuk menentukan jumlah setiap komponen yang dibutuhkan dalam campuran beton sehingga proporsi memenuhi persyaratan. Tahap ini membuat desain campuran berdasarkan SNI 7656-2012.

3.6 Langkah-Langkah Pengujian

3.6.1. Pengujian *Workability* (*Slump*)

Pengujian *workabilitas* menggunakan kerucut *Abrams*, langkah-langkah pengujian dengan kerucut *Abrams* adalah sebagai berikut:

1. Campuran beton secara bertahap dimasukkan ke dalam kerucut secepat mungkin, hingga 3 lapis dengan ketinggian yang sama. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang baja yang jatuh bebas

- dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Lakukan 25 kali per shift.
2. Sebarkan campuran di atas kerucut Abrams dan biarkan selama 30 detik.
 3. Angkat kerucut Abrams secara perlahan secara vertikal tanpa menyentuh campuran beton.
 4. Pengukuran kemerosotan dilakukan dengan membalik posisi kerucut Abrams di sebelah mortar. Kemudian ukur ketinggian jatuh relatif terhadap puncak kerucut Abrams. Saya mengukur dengan penggaris atau meter tiga kali dan rata-rata hasilnya.
 5. Nilai rata-rata menunjukkan nilai slump campuran beton.

3.6.2. Pembuatan Benda Uji Silinder

Dalam pembuatan campuran beton, setiap tuang beton harus diuji dalam kerucut Abrams untuk memastikan kemampuan kerja dan apakah memenuhi persyaratan kemerosotan yang disyaratkan. Untuk membuat objek uji silindris:

1. Siapkan cetakan silinder yang sudah diolesi minyak.
2. Kemudian masukkan beta segar ke dalam silinder.
3. Campuran beton segar dituangkan ke dalam silinder dalam tiga lapisan yang identik dan setiap lapisan dipadatkan dengan batang penusuk. Setiap lapisan digulingkan sebanyak 25 kali.
4. Pukul bagian luar cetakan dengan palu karet untuk menghilangkan gelembung udara di dalam cetakan.
5. Gunakan squeegee untuk menghaluskan sisi-sisinya dan membuatnya rata dan kokoh.
6. Setelah penuh, gunakan alat press untuk menekan perlahan bagian atas cetakan untuk meratakan dan mengompresnya.
7. Labeli geometri untuk menentukan spesifikasi benda uji.

3.6.3. Pembuatan Benda Uji *Double* - L

Dalam pembuatan campuran beton, setiap tuang beton harus diuji dalam kerucut Abrams untuk memastikan kemampuan kerja dan apakah memenuhi

persyaratan kemerosotan yang disyaratkan. Untuk membuat objek uji silindris:

1. Siapkan cetakan oil brush block.
2. Selanjutnya, masukkan beta segar ke dalam cetakan blok.
3. Penimbunan kembali campuran beton segar dari balok dilakukan dalam tiga lapisan yang sama, setiap lapisan dipadatkan dengan batang penusuk. Setiap lapisan digulingkan sebanyak 25 kali.
4. Pukul bagian luar cetakan dengan palu karet untuk menghilangkan gelembung udara di dalam cetakan. Lima. Gunakan squeegee untuk menghaluskan sisi-sisinya dan membuatnya rata dan kokoh.
5. Setelah penuh, gunakan alat press untuk menekan perlahan bagian atas cetakan untuk meratakan dan mengompresnya.
6. Labeli geometri untuk menentukan spesifikasi benda uji.

3.6.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Berikut langkah-langkah pengujiannya:

1. Keluarkan silinder beton dari bak dan biarkan permukaan mengering dengan cara diangin-anginkan atau dilap.
2. Timbang dan catat berat sampel beton dan periksa beton untuk cacat sebagai bahan laporan. Uji kuat tekan menggunakan alat.
3. Masukkan sampel beton ke dalam tester, nyalakan mesin, dan alat dengan lembut mendorong sampel beton.
4. Catat hasil kuat tekan beton untuk setiap sampel.

3.6.5. Pengujian Kuat Tarik Beton Belah Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Berikut langkah-langkah pengujiannya:

1. Keluarkan silinder beton dari bak dan biarkan permukaan mengering dengan cara diangin-anginkan atau dilap.

2. Ukur dan catat berat sampel beton dan amati apakah beton rusak untuk tujuan pelaporan. Uji kuat tekan dengan alat.
3. Masukkan sampel beton ke dalam penguji tekanan, nyalakan mesin dan dorong sampel beton dengan lembut.
4. Catat hasil kuat belah beton untuk setiap benda uji.

3.6.6. Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Berikut langkah-langkah pengujiannya:

1. Keluarkan silinder beton dari bak dan biarkan permukaan mengering dengan cara diangin-anginkan atau dilap.
2. Timbang dan catat berat sampel beton L ganda dan amati apakah beton rusak untuk tujuan pelaporan. Uji kuat tekan dengan alat.
3. Tempatkan sampel beton di tengah tester, hidupkan mesin, dan alat akan mendorong sampel beton secara perlahan.
4. Catat beban maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen L ganda.

3.7 Perawatan Benda Uji

Perlakuan yang diuji sedemikian rupa sehingga permukaan beton segar tetap lembab setiap saat. Jika beton mengering terlalu cepat, permukaannya bisa retak. Kekuatan beton berkurang tidak hanya oleh ketidakmampuan untuk mencapai hidrasi kimia lengkap, tetapi juga oleh retak. Objek uji tertentu dapat ditangani dengan cara berikut:

1. Beton dibasahi secara terus menerus.
2. Beton direndam dalam air.
3. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastik atau kertas perawatan terhadap air.

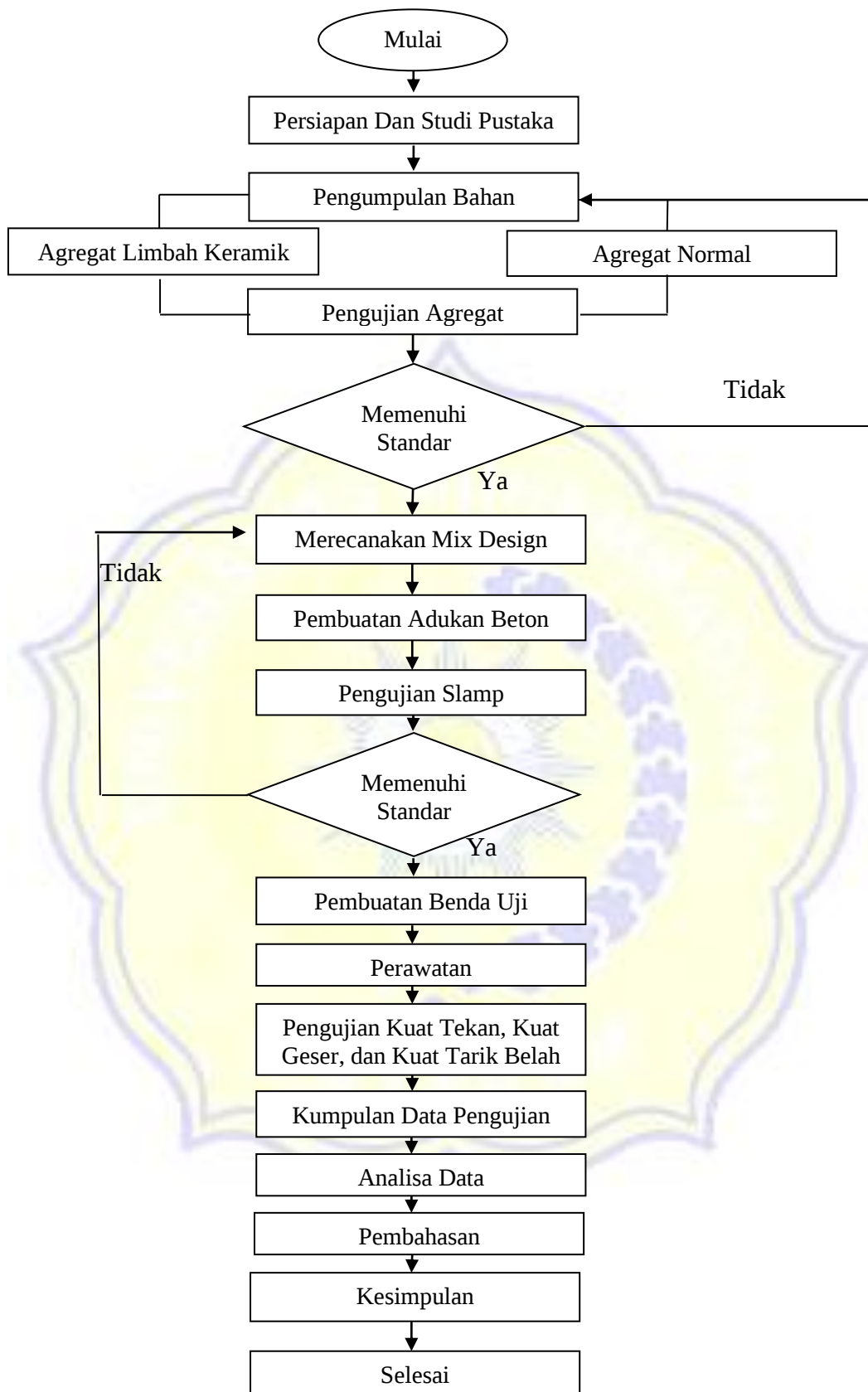
Pada penelitian ini, perlakuan beton dilakukan dengan merendam beton dalam air sampai sesaat sebelum pengujian. Satu hari sebelum pengujian, angkat dan beri ventilasi pada benda uji untuk mengeringkan benda uji. Namun pengolahan beton ringan sedikit berbeda dengan pengolahan beton biasa dan mutu

tinggi. Artinya, beton direndam selama 28 hari dan dimasukkan ke dalam karung goni untuk menahan kelembapan pada beton sebelum dilakukan pengujian.

3.8 Bagan Alir Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian dapat disusun dengan membuat bagan alir seperti Gambar 3.4.





Gambar 3.4 Bagan alir penelitian