



**PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL KACA DAN LIMBAH  
GRANITE SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA  
KUAT TEKAN BETON**

**Disusun oleh:  
Arif Rahman Hakim  
41118310002**

**Dosen Pembimbing :  
Agyanata Tua Munthe, ST, MT**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2024**



**PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL KACA DAN LIMBAH  
GRANITE SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA  
KUAT TEKAN BETON**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata  
Satu (S1)**

**Nama : Arif Rahman Hakim**

**NIM : 41118310002**

**Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 41118310002  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Botol Kaca dan Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Kuat Tekan Beton

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 23 Maret 2024



Arif Rahman Hakim

UNIVERSIT  
MERCU BUANA

**HALAMAN PENGESAHAN**

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 41118310002  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Botol Kaca dan Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T. (  )  
NIDN : 0321038105  
Ketua Penguji : Dr. Resmi Bestari Muin, M.S. (  )  
NIDN : 8990650022  
Penguji 1 : Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc., DIC, Ph.D (  )  
NIDN : 9903007452  
Penguji 2 : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T. (  )  
NIDN : 0321038105

Jakarta,  
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, M.T.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Sylvia Indriany, S.T., M.T.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Penulisan Laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana;
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik;
3. Ibu Sylvia Indriany, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil;
4. Bapak Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak/Ibu ..... selaku Dosen Penguji Skripsi atas koreksi dan arahan serta masukannya;
6. Bapak Bambang Adi Sumaito dan Ibu Dilastris Sulasmi selaku orang tua saya yang senantiasa menyertai dukungan dan doanya sehingga saya memiliki semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Fajrin Aldina Fezih dan Damara Fatin Zahida selaku adik saya yang turut serta memberikan dukungan;
8. Teman-teman saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu di sini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, ..... 2024

Arif Rahman Hakim

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS  
LEMBAR PENGESAHAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 41118310002  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Botol Kaca dan Limbah Granit sebagai  
Substitusi Agregat Kasar pada Kuat Tekan Beton

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 23 Maret 2024

UNIVERSIT  
MERCU BUANA



Arif Rahman Hakim

---

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat penelitian.....	I-4
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Tinjauan Umum .....	II-1
2.2 Pengertian Beton .....	II-1
2.2.1 Beton Segar.....	II-4
2.2.2 Umur Beton.....	II-5

2.2.3	Kekuatan Tekan Beton.....	II-5
2.2.4	Faktor air semen (fas) .....	II-8
2.3	Material Penyusun Beton .....	II-9
2.4	Semen Portland .....	II-9
2.4.1	Agregat.....	II-11
2.4.2	Air .....	II-13
2.4.3	Limbah Botol Kaca .....	II-14
2.4.4	Limbah Granit.....	II-15
2.5	Pengujian Material .....	II-16
2.6	Perancangan Campuran Beton .....	II-19
2.7	Penelitian Terdahulu .....	II-23
2.8	Research Gap .....	II-30
2.9	Hipotesis Penelitian.....	II-33
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
3.1	Metode Penelitian.....	III-1
3.2	Variabel Penelitian .....	III-1
3.3	Notasi dan Jumlah Sampel.....	III-2
3.4	Persentase Penelitian.....	III-2
3.5	Diagram Alir Penelitian .....	III-3
3.5.1	Tahap Persiapan Alat dan Bahan .....	III-5
3.5.2	Rencana Campuran Beton .....	III-6
3.5.3	Tahap Pengujian Bahan .....	III-6
3.5.4	Tahap Mix design .....	III-7
3.5.5	Tahap Mixing.....	III-8
3.5.6	Tahap Perawatan Benda Uji .....	III-9
3.5.7	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	III-9



3.5.8	Tahap Analisis Beton .....	III-10
3.6	Tempat dan Waktu Penelitian .....	III-10
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Hasil dan Analisis Penelitian .....	IV-1
4.1.1	Hasil Pengujian Agregat .....	IV-1
4.1.2	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	IV-2
4.1.3	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	IV-3
4.1.4	Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar .....	IV-3
4.1.5	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	IV-5
4.1.6	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar .....	IV-5
4.1.7	Hasil Pengujian Limbah Granit .....	IV-6
4.1.8	Mix Design .....	IV-7
4.2.1	Kebutuhan Beton Normal .....	IV-8
4.2.2	Komposisi Beton Variasi .....	IV-8
4.2	Workability Pada Campuran Beton .....	IV-12
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	IV-13
4.3.1	Kuat Tekan Beton Normal .....	IV-14
4.3.2	Variasi Campuran Beton BK 3% Dan LG 3% .....	IV-16
4.3.3	Variasi Campuran Beton BK 3% Dan LG 5% .....	IV-18
4.3.4	Variasi Campuran Beton BK 3% Dan LG 8% .....	IV-20
4.3.5	Variasi Campuran Beton BK 3% Dan LG 10% .....	IV-22
4.4	Hasil Pengujian Daya Serap Air Pada Beton .....	IV-23
4.5	Standar Deviasi .....	IV-26
4.5.1	Standar Deviasi Beton Normal .....	IV-26
4.5.2	Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Limbah Granit 3% .....	IV-26
4.5.3	Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Limbah Granit 5% .....	IV-27

---

4.5.4	Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Limbah Keramik 8%.....	IV-27
4.5.5	Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Limbah Granit 10% .....	IV-27
4.6	Perbandingan Kuat Tekan Gabungan Setiap Umur Pengujian .....	IV-28
4.6.1	Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 7 Hari .....	IV-28
4.6.2	Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 14 Hari .....	IV-29
4.6.3	Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 28 Hari .....	IV-30
4.6.4	Histogram Kuat Tekan Beton Gabungan Disetiap Umur Pengujian ...	IV-31
4.7	Perbandingan Hasil Kuat Tekan dengan Penelitian Terdahulu.....	IV-32
4.7.1	Metode Analisis Limbah Botol Kaca dan Limbah Granit .....	IV-33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>PUSTAKA-1</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>LAMPIRAN-1</b>



## DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 MUTU BETON .....	II-3
TABEL 2. 3 PERKEMBANGAN KUAT TEKAN BETON UNTUK SEMEN PORTLAND TYPE I .....	II-6
TABEL 2. 4 HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN SILINDER DAN KUAT TEKAN KUBUS, A.M NEVILLE .....	II-7
TABEL 2. 5 HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN SILINDER DAN KUAT TEKAN KUBUS, ISO STANDARD.....	II-7
TABEL 2. 6 KORELASI KUAT TEKAN BENDA UJI .....	II-8
TABEL 2. 7 KOREKSI PERBANDINGAN TINGGI TERHADAP DIAMETER UNTUK BENDA UJI SILINDER .....	II-8
TABEL 2. 8 SPESIFIKASI SEMEN <i>PORTLAND</i> KOMPOSIT (PCC).....	II-10
TABEL 2. 9 BATAS GRADASI AGREGAT KASAR.....	II-13
TABEL 2. 10 BATAS-BATAS SUSUNAN BESARAN BUTIR AGREGAT KASAR .....	II-20
TABEL 2. 11 PERKIRAAN KADAR AIR BEBAS (KG/M <sup>3</sup> ) YANG DIBUTUHKAN UNTUK BEBERAPA TINGKAT KEMUDAHAN Pengerjaan adukan beton.....	II-20
TABEL 2. 12 PERSYARATAN JUMLAH SEMEN MINIMUM DAN FAS MAKSIMUM .....	II-21
TABEL 2. 13 PENELITIAN TERDAHULU .....	II-23
TABEL 2. 14 RESEARCH GAP .....	II-30
TABEL 3. 1 KOMPOSISI CAMPURAN.....	III-2
TABEL 3. 2 KEBUTUHAN TOTAL VOLUME BETON UNTUK PEMBUATAN BENDA UJI.....	III-2
TABEL 4. 1 HASIL ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS .....	IV-1
TABEL 4. 2 HASIL UJI AIR AGREGAT HALUS .....	IV-2
TABEL 4. 3 HASIL UJI BERAT JENIS AGREGAT HALUS .....	IV-3
TABEL 4. 4 HASIL UJI SARINGAN AGREGAT KASAR .....	IV-4
TABEL 4. 5 HASIL UJI KADAR AIR AGREGAT KASAR.....	IV-5
TABEL 4. 6 HASIL UJI BERAT JENIS AGREGAT KASAR .....	IV-6
TABEL 4. 7 HASIL UJI BERAT JENIS AGREGAT KASAR .....	IV-6
TABEL 4. 8 DATA PARAMETER <i>MIX DESIGN</i> BETON NORMAL 20 MPA .....	IV-7
TABEL 4. 9 KOMPOSISI CAMPURAN BETON NORMAL 1 SAMPEL DAN 9 SAMPEL .....	IV-8
TABEL 4. 10 KOMPOSISI <i>VARIASI TRIAL MIX</i> PER-M3 .....	IV-11
TABEL 4. 11 KOMPOSISI <i>VARIASI TRIAL MIX</i> PER-9 SAMPEL.....	IV-12
TABEL 4. 12 NILAI <i>SLUMP</i> BENDA UJI.....	IV-12
TABEL 4. 13 HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON NORMAL.....	IV-14
TABEL 4. 14 HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON BK 3% DAN LG 3%.....	IV-16
TABEL 4. 15 <i>HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON BK 3% DAN LG 5%</i> .....	IV-18
TABEL 4. 16 HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON BK 3% DAN LG 8%.....	IV-20
TABEL 4. 17 DATA AWAL BERAT BASAH DAN BERAT KERING SAMPEL .....	IV-24
TABEL 4. 18 HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP AIR PADA BETON .....	IV-25

---

TABEL 4. 19 STANDAR DEVIASI BETON NORMAL .....	IV-26
TABEL 4. 20 STANDAR DEVIASI LIMBAH KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 3%.....	IV-26
TABEL 4. 21 STANDAR DEVIASI LIMBAH KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 5%.....	IV-27
TABEL 4. 22 STANDAR DEVIASI LIMBAH KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 8%.....	IV-27
TABEL 4. 23 STANDAR DEVIASI LIMBAH KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 10%.....	IV-27
TABEL 4. 24 PERBADINGAN HASIL KUAT TEKAN 28 HARI .....	IV-32
TABEL 4. 25 HASIL KUAT TEKAN BETON VARIASI BOTOL KACA DAN GRANIT.....	IV-35



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**DAFTAR GAMBAR**

GAMBAR 2. 1 PASIR SUNGAI .....	II-12
GAMBAR 2. 2 BATU PECAH.....	II-13
GAMBAR 2. 3 LIMBAH BOTOL KACA .....	II-14
GAMBAR 2. 4 LIMBAH GRANIT .....	II-15
GAMBAR 3. 1 DIAGRAM ALIR .....	III-4
GAMBAR 4. 1 GRAFIK ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS .....	IV-2
GAMBAR 4. 2 GRAFIK HASIL UJI SARINGAN AGREGAT KASAR .....	IV-4
GAMBAR 4. 3 DIAGRAM UJI SLUMP .....	IV-13
GAMBAR 4.4. GRAFIK HASIL UJI KUAT TEKAN BETON NORMAL .....	IV-15
GAMBAR 4. 5 GRAFIK HASIL PENGUJIAN BOTOL KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 3% .....	IV-17
GAMBAR 4. 6 GRAFIK HASIL PENGUJIAN BOTOL KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 5% .....	IV-19
GAMBAR 4. 7 GRAFIK HASIL PENGUJIAN BOTOL KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 8% .....	IV-21
GAMBAR 4. 8 GRAFIK HASIL PENGUJIAN BOTOL KACA 3% DAN LIMBAH GRANIT 10% .....	IV-23
GAMBAR 4. 9 GRAFIK HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP AIR.....	IV-25
GAMBAR 4. 10 DIAGRAM KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 7 HARI .....	IV-28
GAMBAR 4. 11 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 7 HARI .....	IV-28
GAMBAR 4. 12 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 14 HARI .....	IV-29
GAMBAR 4. 13 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 14 HARI .....	IV-29
GAMBAR 4. 14 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 28 HARI .....	IV-30
GAMBAR 4. 15 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN UMUR 28 HARI .....	IV-30
GAMBAR 4. 16 GRAFIK NILAI PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON .....	IV-31
GAMBAR 4. 17 GRAFIK KUAT TEKAN BETON VARIASI UMUR 7, 14 DAN 28 HARI .....	IV-31
GAMBAR 4. 18 PERBANDINGAN HASIL KUAT TEKAN 28 HARI .....	IV-33
GAMBAR 4. 19 GRAFIK NILAI PERBANDINGAN UJI SLUMP PENELITIAN TERDAHULU .....	IV-34
GAMBAR 4. 20 GRAFIK HASIL UJI SLUMP.....	IV-34
GAMBAR 4. 21 GRAFIK KUAT TEKAN BETON GABUNGAN PENELITIAN TERDAHULU UMUR 28 HARI ...	IV-35

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. KUAT TEKAN BETON NORMAL UMUR 28 HARI (SAMPEL 1, 2 DAN 3) .....	LA-1
LAMPIRAN 2. KUAT TEKAN BETON KACA 3% DAN GRANIT 3% UMUR 28 HARI (SAMPEL 1, 2 DAN 3) ..	LA-2
LAMPIRAN 3. KUAT TEKAN BETON KACA 3% DAN GRANIT 5% UMUR 28 HARI (SAMPEL 1, 2 DAN 3) ...	LA-3
LAMPIRAN 4. KUAT TEKAN BETON KACA 3% DAN GRANIT 8% UMUR 28 HARI (SAMPEL 1,2 DAN 3) ....	LA-4
LAMPIRAN 5. KUAT TEKAN BETON KACA 3% DAN GRANIT 10% 28 HARI (SAMPEL 1, 2 DAN 3) .....	LA-5
LAMPIRAN 6. HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS.....	LA-6
LAMPIRAN 7. HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR.....	LA-7
LAMPIRAN 8. HASIL PENGUJIAN <i>SLUMP TEST</i> .....	LA-8



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA