

# **TUGAS AKHIR**

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

*Disusun untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Kelulusan Program Sarjana Strata-1(S-1)*



**Disusun oleh:**

**Gamaliel Geovani Sinaga**

**41118310016**

**Dosen Pembimbing :**

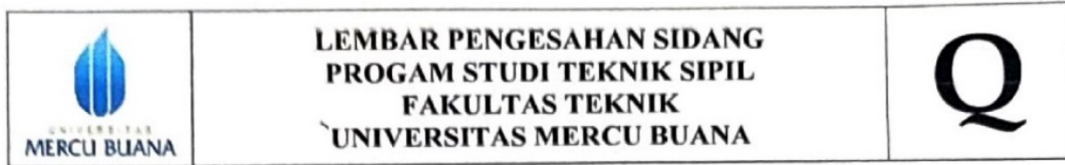
**Resi Aseanto, ST., MT.**

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2022**



Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Bekasi.

Judul Tugas Akhir : PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL KACA DAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA KUAT TEKAN BETON

Disusun oleh :

Nama : Gamaliel Geovani Sinaga  
NIM : 41118310016  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS sidang sarjana pada tanggal 13 Februari 2023.

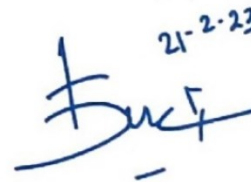
Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



**Resi Aseanto, ST., MT.**

Ketua Penguji



**Suci Putri Elza, S.T., M.T.**

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil



**Novika Candra Fertilia, ST., MT.**

**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gamaliel Geovani Sinaga  
NIM : 41118310016  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Bekasi, 20 Januari 2023

Yang memberikan pernyataan



**Gamaliel Geovani Sinaga**


## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL KACA DAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA KUAT TEKAN BETON dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir ini dibuat guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Kranggan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai sesuai harapan, khususnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu memberikan hikmat dan rahmatnya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Yth. Ibu. Novika Candra Fertilia, ST., MT, selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil.
3. Yth.Pak Resi Aseanto, ST, MT. selaku Pembimbing penyusunan laporan Tugas Akhir yang telah memberikan saran, waktu, bimbingan, semangat dan pengetahuan serta nasehat-nasehat yang sangat bermanfaat.
4. Kepada Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat.
5. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang memberi dukungan.

Bekasi, 13 Februari 2023

  
(Gamaliel Geovani Sinaga)

---

**DAFTAR ISI**

|  |             |
|--|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>                  | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>                  | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK.....</b>                            | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>                           | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                     | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                        | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                      | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                      | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                    | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I.....</b>                              | <b>I-1</b>  |
| <b>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-4         |
| 1.5 Manfaat penelitian.....                    | I-4         |
| 1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah ..... | I-5         |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                | I-6         |
| <b>BAB II.....</b>                             | <b>II-1</b> |
| <b>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-5        |
| 2.2.2 Umur Beton.....                          | II-6        |
| 2.2.3 Kekuatan Tekan Beton.....                | II-6        |
| 2.2.4 Faktor air semen (fas) .....             | II-9        |
| 2.3 Material Penyusun Beton .....              | II-10       |
| 2.3.1 Semen <i>Portland</i> .....              | II-10       |
| 2.3.2 Agregat.....                             | II-12       |
| 2.3.3 Air .....                                | II-15       |
| 2.3.4 Limbah Botol Kaca .....                  | II-16       |

|                                 |   |              |
|---------------------------------|---|--------------|
| 2.3.5                           | Limbah Keramik .....  | II-17        |
| 2.4                             | Pengujian Material .....                                      | II-17        |
| 2.5                             | Perancangan Campuran Beton .....                              | II-21        |
| 2.6                             | Penelitian Terdahulu .....                                    | II-26        |
| 2.7                             | Hipotesis Penelitian.....                                     | II-33        |
| <b>BAB III.....</b>             |   | <b>III-1</b> |
| <b>METODE PENELITIAN.....</b>   |   | <b>III-1</b> |
| 3.1                             | Metode Penelitian.....  | III-1        |
| 3.2                             | Variabel Penelitian .....                                     | III-2        |
| 3.3                             | Notasi dan Jumlah Sampel .....                                | III-2        |
| 3.4                             | Persentase Penelitian.....                                    | III-2        |
| 3.5                             | Diagram Alir Penelitian .....                                 | III-4        |
| 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-7        |
| 3.5.4                           | Tahap <i>Mix design</i> .....                                 | III-8        |
| 3.5.5                           | Tahap <i>Mixing</i> .....                                     | III-8        |
| 3.5.6                           | Tahap Perawatan Benda Uji .....                               | III-9        |
| 3.5.7                           | Pengujian Kuat Tekan Beton .....                              | III-10       |
| 3.5.8                           | Tahap Analisis Beton.....                                     | III-11       |
| 3.6                             | Tempat dan Waktu Penelitian .....                             | III-11       |
| 3.7                             | Jadwal Penelitian.....  | III-11       |
| <b>BAB IV.....</b>              |   | <b>IV-1</b>  |
| <b>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 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus..... | IV-3         |
| 4.1.5                           | Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar.....                   | IV-4         |
| 4.1.6                           | Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....                  | IV-6         |
| 4.1.7                           | Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar..... | IV-6         |
| 4.1.8                           | Hasil Pengujian Limbah Keramik.....                           | IV-7         |

|                                   |  |                     |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| 4.2                               | <i>Mix Design</i> .....  | IV-8                |
| 4.2.1                             | Kebutuhan Beton Normal .....   | IV-8                |
| 4.2.2                             | Komposisi Beton Variasi .....  | IV-9                |
| 4.3                               | <i>Workability</i> Pada Campuran Beton .....   | IV-10               |
| 4.4                               | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....   | IV-11               |
| 4.4.1                             | Kuat Tekan Beton Normal .....  | IV-12               |
| 4.4.2                             | Variasi Campuran Beton BK 0% Dan LK 25% .....  | IV-14               |
| 4.4.3                             | Variasi Campuran Beton BK 3% Dan LK 25% .....  | IV-16               |
| 4.4.4                             | Variasi Campuran Beton BK 5% Dan LK 25% .....  | IV-18               |
| 4.4.5                             | Variasi Campuran Beton BK 7% Dan LK 25% .....  | IV-20               |
| 4.5                               | Standar Deviasi .....  | IV-22               |
| 4.5.1                             | Standar Deviasi Beton Normal .....   | IV-22               |
| 4.5.2                             | Standar Deviasi Limbah Kaca 0% dan Limbah Keramik 25% .....                            | IV-22               |
| 4.5.3                             | Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Limbah Keramik 25% .....                            | IV-23               |
| 4.5.4                             | Standar Deviasi Limbah Kaca 5% dan Limbah Keramik 25% .....                            | IV-23               |
| 4.5.5                             | Standar Deviasi Limbah Kaca 7% dan Limbah Keramik 25% .....                            | IV-23               |
| 4.6                               | Perbandingan Kuat Tekan Gabungan Setiap Umur Pengujian .....                           | IV-24               |
| 4.6.1                             | Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 7 Hari .....                               | IV-24               |
| 4.6.2                             | Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 14 Hari .....                              | IV-25               |
| 4.6.3                             | Perbandingan Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 28 Hari .....                              | IV-26               |
| 4.6.4                             | Histogram Kuat Tekan Beton Gabungan Disetiap Umur Pengujian.....                       | IV-27               |
| 4.7                               | Analisis Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Sedang di Kaji ..... | IV-28               |
| 4.7.1                             | Metode Analisis Limbah Botol Kaca dan Limbah Keramik .....                             | IV-29               |
| <b>BAB V .....</b>                |  | <b>V-1</b>          |
| <b>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>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>       |  | <b>LAMPIRAN - 1</b> |

---

**DAFTAR TABEL**

|  |        |
|--|--------|
| Tabel 2.1. Kelas dan Mutu Beton .....  | II-3   |
| Tabel 2.2. Perkembangan Kuat Tekan Beton Untuk Semen Portland Type I .....   | II-7   |
| Tabel 2.3. Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder Dan Kuat Tekan Kubus, A.M Neville.....  | II-8   |
| Tabel 2.4. Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder Dan Kuat Tekan Kubus, ISO Standard .....  | II-8   |
| Tabel 2.5. Korelasi Kuat Tekan Benda Uji.....  | II-9   |
| Tabel 2.6. Koreksi Perbandingan Tinggi Terhadap Diameter Untuk Benda Uji Silinder.....   | II-9   |
| Tabel 2.7. Spesifikasi Semen Portland Komposit (PCC) .....   | II-12  |
| Tabel 2.8. Batas Gradasi Agregat Kasar.....  | II-14  |
| Tabel 2.9. Batas-Batas Susunan Besaran Butir Agregat Kasar .....   | II-22  |
| Tabel 2.10. Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m <sup>3</sup> ) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton..... | II-23  |
| Tabel 2.11. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan FAS Maksimum .....  | II-24  |
| Tabel 2.12. Penelitian Terdahulu .....   | II-26  |
| Tabel 2.13. Analisis Jurnal .....  | II-29  |
| Tabel 3.1. Komposisi Campuran .....  | III-2  |
| Tabel 3.2. Kebutuhan Total Volume Beton untuk Pembuatan benda Uji .....  | III-3  |
| Tabel 3.3. Jadwal Penelitian .....   | III-12 |
| Tabel 4.1. Hasil Uji Saringan Agregat Halus .....  | IV-1   |
| Tabel 4.2. Hasil Uji Air Agregat Halus .....   | IV-2   |
| Tabel 4.3. Kadar Lumpur Agregat Halus .....  | IV-3   |
| Tabel 4.4. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Halus.....  | IV-4   |
| Tabel 4.5. Hasil Uji Saringan Agregat Kasar .....  | IV-5   |
| Tabel 4.6. Hasil Uji Kadar Air Agregat Kasar .....   | IV-6   |
| Tabel 4.7. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Kasar .....   | IV-7   |
| Tabel 4.8. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Kasar (Keramik) .....   | IV-7   |
| Tabel 4.9. Data Hasil Perhitungan Mix Design Beton Normal 20 MPa.....  | IV-8   |
| Tabel 4.10. Komposisi Campuran Beton Normal 1 Sampel Dan 9 Sampel.....   | IV-8   |
| Tabel 4.11. Komposisi Campuran Beton Variasi 1 Silinder .....  | IV-9   |
| Tabel 4.12. Komposisi Campuran Beton Variasi 9 Silinder .....  | IV-9   |
| Tabel 4.13. Nilai slump benda uji.....   | IV-10  |



|   |       |
|---|-------|
| Tabel 4.14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal .....           | IV-12 |
| Tabel 4.15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton BK 0% dan LK 25% ..... | IV-14 |
| Tabel 4.16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton BK 3% dan LK 25% ..... | IV-16 |
| Tabel 4.17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton BK 5% dan LK 25% ..... | IV-18 |
| Tabel 4.18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton BK 7% dan LK 25% ..... | IV-20 |
| Tabel 4.19. Standar Deviasi Beton Normal .....                      | IV-22 |
| Tabel 4.20. Standar Deviasi Limbah Kaca 0% dan Keramik 25%.....     | IV-22 |
| Tabel 4.21. Standar Deviasi Limbah Kaca 3% dan Keramik 25%.....     | IV-23 |
| Tabel 4.22. Standar Deviasi Limbah Kaca 5% dan Keramik 25%.....     | IV-23 |
| Tabel 4.23. Standar Deviasi Limbah Kaca 7% dan Keramik 25%.....     | IV-23 |
| Tabel 4.24. Hasil kuat Tekan Beton variasi.....                     | IV-30 |

---

**DAFTAR GAMBAR**

|   |       |
|---|-------|
| Gambar 2.1. Pasir Sungai .....  | II-13 |
| Gambar 2.2. Batu Pecah .....  | II-14 |
| Gambar 2.3. Limbah Botol Kaca .....   | II-16 |
| Gambar 2.4. Limbah Keramik .....  | II-17 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....   | III-4 |
| Gambar 4.1. Grafik Hasil Uji Saringan Agregat Halus .....                             | IV-2  |
| Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji Saringan Agregat Kasar .....                             | IV-5  |
| Gambar 4.3. Diagram Uji Slump .....   | IV-11 |
| Gambar 4.4. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal .....                            | IV-13 |
| Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengujian Botol Kaca 0% dan Keramik 25% .....                | IV-15 |
| Gambar 4.6. Grafik Hasil Pengujian Botol Kaca 3% dan Keramik 25% .....                | IV-17 |
| Gambar 4.7. Grafik Hasil Pengujian Botol Kaca 5% dan Keramik 25% .....                | IV-19 |
| Gambar 4.8. Grafik Hasil Pengujian Botol Kaca 7% dan Keramik 25% .....                | IV-21 |
| Gambar 4.9. Diagram Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 7 Hari .....                       | IV-24 |
| Gambar 4.10. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 7 Hari .....                       | IV-24 |
| Gambar 4.11. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 14 Hari .....                      | IV-25 |
| Gambar 4.12. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 14 Hari .....                      | IV-25 |
| Gambar 4.13. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 28 Hari .....                      | IV-26 |
| Gambar 4.14. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Umur 28 Hari .....                      | IV-26 |
| Gambar 4.15. Grafik Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton .....                         | IV-27 |
| Gambar 4.16. Grafik Kuat Tekan Beton Variasi Umur 7, 14 dan 28 Hari .....             | IV-27 |
| Gambar 4.17. Grafik Nilai Perbandingan Uji Slump Penelitian Terdahulu .....           | IV-29 |
| Gambar 4.18. Grafik Hasil Uji Slump .....   | IV-29 |
| Gambar 4.19. Grafik Kuat Tekan Beton Gabungan Penelitian Terdahulu Umur 28 Hari ..... | IV-30 |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|   |              |
|---|--------------|
| Lampiran 1. Lembar Asistensi.....       | LAMPIRAN - 1 |
| Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian..... | LAMPIRAN - 2 |