

**PENGARUH TERAK LOGAM SEBAGAI SUBSTITUSI  
AGREGAT KASAR DENGAN *FLY ASH* 15% TERHADAP  
SIFAT MEKANIK BETON**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

EUNIKE PINGKAN CLAUDIA

NPM : 150215887



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
Juli 2019**

## PERNYATAAN

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

### **PENGARUH TERAK LOGAM SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DENGAN *FLY ASH* 15% TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain, ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Eunike Pingkan Claudia)

## **PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

### **PENGARUH TERAK LOGAM SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DENGAN *FLY ASH* 15% TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

Oleh:

**EUNIKE PINGKAN CLAUDIA**

NPM. : 150215887

telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan

Yogyakarta, 18-7-2019

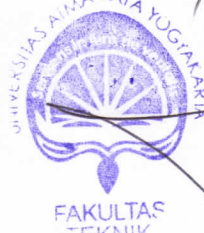
Pembimbing



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph. D.)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### **PENGARUH TERAK LOGAM SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DENGAN *FLY ASH* 15% TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON**

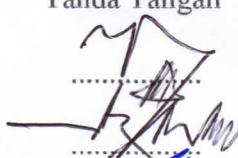
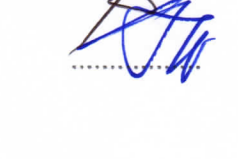


Oleh:

EUNIKE PINGKAN CLAUDIA

NPM. : 150215887

Telah diuji dan disetujui oleh

|            | Nama                                 | Tanda Tangan                                                                          | Tanggal |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ketua      | : Johanes Januar Sudjati, S.T., M.T. |  | 18/7-19 |
| Sekretaris | : Wiryawan Sardjono, Ir., M.T.       |  | 18/07   |
| Anggota    | : Haryanto YW, Ir., M.T.             |  | 19/7-19 |

*BERSUKACITALAH DALAM PENGHARAPAN, SABARLAH  
DALAM KESESAKAN, DAN BERTEKUNLAH DALAM DOA -  
ROMA 12 : 12*

**Work hard in silence. Let your success be your noise.**

Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada

Kedua orang tua, adik dan keluarga

Serta semua orang yang saya sayangi

## KATA HANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas cinta kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai syarat menyelesaikan pendidikan perguruan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Ibu Susharjanti Felasari, S.T., M.Sc. CAED., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. A.Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan sabar dalam proses pengerjaan dan bimbingan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Junaedi Utomo, Ir., M.Eng., Dr, selaku Koordinator Tugas Akhir bidang peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan yang telah membantu dan memberikan saran selama proses pengujian Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengajarkan ilmu teknik sipil kepada penulis.
7. Mami, Papi, Dimas dan semua keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis.
8. PT. Holcim yang sudah memberikan bantuan dan dukungan material untuk kelancaran penelitian ini.
9. Sandy, Putri, Tri, Widy, Wenses, Ezi, Gita dan Alvinsia yang selalu setia menemani, senantiasa membantu, dan menyemangati penulis.
10. Edi, Andhika, Tata, Erich, Yoan, Bagus, Andi, Yoshi, Ratna, Henri, Adi, Osha, David, Gusadhi, Mike, Andre, Hugo, Bagus, Zaki dan Arga yang sudah banyak membantu dan memberi nasehat-nasehat kepada penulis selama proses penelitian tugas akhir ini.
11. Teman-teman sipil angkatan 2015 dan semua teman selama proses perkuliahan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Juli 2019

Eunike Pingkan Claudia

NPM : 150215887

## DAFTAR ISI

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                     | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>                | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>                  | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGESAHAN PENGUJI.....</b>            | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN MOTTO .....</b>                     | <b>v</b>    |
| <b>KATA HANTAR .....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                        | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                      | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                      | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>                   | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b> | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                   | <b>xv</b>   |
| <b>INTISARI.....</b>                           | <b>xvi</b>  |
| <br>                                           |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                 | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                      | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                     | 3           |
| 1.3. Batasan Masalah.....                      | 3           |
| 1.4. Keaslian Tugas Akhir .....                | 4           |
| 1.5. Tujuan Tugas Akhir.....                   | 5           |
| 1.6. Manfaat Tugas Akhir.....                  | 5           |
| 1.7. Lokasi Penelitian .....                   | 6           |

|                                                       |               |
|-------------------------------------------------------|---------------|
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                  | <b>7</b>      |
| 2.1. Umum .....                                       | 7             |
| 2.2. Bahan Penyusun Beton .....                       | 8             |
| 2.2.1. Semen Portland .....                           | 8             |
| 2.2.2. Agregat Kasar .....                            | 9             |
| 2.2.3. Agregat Halus .....                            | 9             |
| 2.2.4. Air .....                                      | 10            |
| 2.2.5. Terak Logam .....                              | 11            |
| 2.2.6. Fly Ash .....                                  | 11            |
| 2.3. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ..... | 12            |
| <br><b>BAB III LANDASAN TEORI .....</b>               | <br><b>19</b> |
| 3.1. Kuat Tekan Beton .....                           | 19            |
| 3.2. Modulus Elastisitas Beton .....                  | 19            |
| 3.3. Kuat Tarik Belah Beton .....                     | 20            |
| <br><b>BAB IV METODELOGI PENELITIAN .....</b>         | <br><b>22</b> |
| 4.1. Umum .....                                       | 22            |
| 4.2. Kerangka Penelitian .....                        | 22            |
| 4.3. Tahap Persiapan .....                            | 24            |
| 4.3.1. Bahan Penelitian .....                         | 24            |
| 4.3.2. Peralatan Penelitian .....                     | 26            |
| 4.4. Tahap Pengujian Bahan .....                      | 33            |
| 4.4.1. Pengujian Agregat Halus .....                  | 33            |
| 4.4.2. Pengujian Agregat Kasar .....                  | 37            |
| 4.4.3. Pengujian Terak Logam .....                    | 41            |
| 4.4.4. Pengujian <i>Fly Ash</i> .....                 | 45            |
| 4.5. Pembuatan Benda Uji .....                        | 45            |
| 4.5.1. Pembuatan <i>Mix Design</i> .....              | 46            |

|        |                                          |    |
|--------|------------------------------------------|----|
| 4.5.2. | Pengecoran Benda Uji.....                | 46 |
| 4.6.   | Perawatan Benda Uji.....                 | 47 |
| 4.7.   | Pengujian Benda Uji.....                 | 47 |
| 4.7.1. | Pengujian Kuat Tekan Beton.....          | 47 |
| 4.7.2. | Pengujian Modulus Elastisitas Beton..... | 48 |
| 4.7.3. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....   | 48 |
| 4.8.   | Tahap Analisis Data .....                | 49 |
| 4.9.   | Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....      | 49 |

## **BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ..... 51**

|        |                                                    |    |
|--------|----------------------------------------------------|----|
| 5.1.   | Pengujian Bahan Campuran Beton .....               | 51 |
| 5.1.1. | Pengujian Agregat Halus.....                       | 51 |
| 5.1.2. | Pengujian Agregat Kasar.....                       | 52 |
| 5.1.3. | Pengujian Terak Logam .....                        | 53 |
| 5.1.4. | Pengujian <i>Fly Ash</i> .....                     | 55 |
| 5.2.   | Kebutuhan Adukan Beton .....                       | 56 |
| 5.3.   | Pelaksanaan Mixing Beton dan Pengujian Slump ..... | 57 |
| 5.4.   | Hasil Pengujian Sifat Mekanik Beton .....          | 58 |
| 5.4.1. | Pengujian Kuat Tekan.....                          | 59 |
| 5.4.2. | Pengujian Modulus Elastisitas.....                 | 62 |
| 5.4.3. | Pengujian Kuat Tarik Belah .....                   | 65 |

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... 68**

|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| 6.1. | Kesimpulan..... | 68 |
| 6.2. | Saran.....      | 70 |

## **DAFTAR PUSTAKA..... 71**

## **LAMPIRAN..... 73**

## DAFTAR TABEL

| No    | Nama Tabel                                             | Hal |
|-------|--------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.  | Variasi benda Uji                                      | 46  |
| 4.2.  | Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir                         | 50  |
| 5.1.  | Hasil Pengujian Agregat Halus                          | 52  |
| 5.2.  | Hasil Pengujian Agregat Kasar                          | 53  |
| 5.3.  | Hasil Pengujian Terak Logam                            | 54  |
| 5.4.  | Hasil Pengujian Kandungan Kimia Terak Logam            | 54  |
| 5.5.  | Hasil Pengujian Berat Jenis <i>Fly Ash</i>             | 55  |
| 5.6.  | Hasil Pengujian Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>         | 56  |
| 5.7.  | Kebutuhan Beton Tiap Variasi Per 1 m <sup>3</sup>      | 56  |
| 5.8.  | Kebutuhan Beton Tiap Variasi Per Satu Kali Adukan      | 57  |
| 5.9.  | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari          | 60  |
| 5.10. | Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari | 63  |
| 5.11. | Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari    | 65  |

## DAFTAR GAMBAR

| No    | Nama Gambar                                    | Hal |
|-------|------------------------------------------------|-----|
| 4.1.  | <i>Flowchart</i> pelaksanaan penelitian        | 23  |
| 4.2.  | Semen OPC                                      | 24  |
| 4.3.  | Agregat Halus                                  | 24  |
| 4.4.  | Agregat Kasar                                  | 25  |
| 4.5.  | Terak Logam                                    | 25  |
| 4.6.  | <i>Fly Ash</i>                                 | 26  |
| 4.7.  | Gelas ukur 250 ml                              | 26  |
| 4.8.  | Larutan NaOH                                   | 27  |
| 4.9.  | <i>Oven</i>                                    | 27  |
| 4.10. | Saringan                                       | 28  |
| 4.11. | Mesin Pengayak                                 | 28  |
| 4.12. | Timbangan                                      | 28  |
| 4.13. | Mesin <i>Los Angeles Abration</i>              | 29  |
| 4.14. | Kerucut <i>Abrams</i>                          | 30  |
| 4.15. | <i>Concrete Mixer</i>                          | 30  |
| 4.16. | Kaliper                                        | 30  |
| 4.17. | Mesin <i>Compression Testing Machine</i> (CTM) | 31  |
| 4.18. | Mesin <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)   | 31  |
| 4.19. | Cetakan Silinder                               | 32  |
| 4.20. | Alat <i>Caping</i>                             | 32  |
| 5.1.  | Grafik Nilai Slump Pada Variasi Beton          | 58  |
| 5.2.  | Grafik Kuat Tekan Beton Terak Logam            | 62  |
| 5.3.  | Grafik Modulus Elastisitas Beton Terak Logam   | 64  |
| 5.4.  | Grafik Kuat Tarik Belah Beton Terak Logam      | 67  |

## DAFTAR PERSAMAAN

| No  | Nama Persamaan                  | Hal |
|-----|---------------------------------|-----|
| 3-1 | Kuat Tekan Beton                | 19  |
| 3-2 | Modulus Elastisitas Beton       | 19  |
| 3-3 | Kuat Tarik Belah Beton          | 20  |
| 4-1 | <i>Bulk specify gravity</i>     | 34  |
| 4-2 | <i>Bulk specify gravity SSD</i> | 34  |
| 4-3 | <i>Apparent specify gravity</i> | 34  |
| 4-4 | <i>Absorption</i> (penyerapan)  | 34  |
| 4-5 | Kandungan lumpur                | 36  |

### DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

| Notasi        | Nama Persamaan                                               |
|---------------|--------------------------------------------------------------|
| B3            | Bahan Berbahaya dan Beracun                                  |
| $f'c$         | Kuat Tekan Beton                                             |
| P             | Beban Maksimum                                               |
| A             | Luas Penampang                                               |
| MPa           | Mega Pascal                                                  |
| N             | Newton                                                       |
| $E_c$         | Modulus Elastisitas                                          |
| $\sigma$      | Tegangan                                                     |
| $\varepsilon$ | Regangan                                                     |
| $f't$         | Kuat Tarik Belah                                             |
| L             | Panjang                                                      |
| D             | Diameter                                                     |
| SNI           | Standar Nasional Indonesia                                   |
| BN            | Beton Normal tanpa penambahan <i>fly ash</i> dan terak logam |
| BTL 0         | Beton dengan kadar <i>fly ash</i> 15% dan terak logam 0%     |
| BTL 15        | Beton dengan kadar <i>fly ash</i> 15% dan terak logam 15%    |
| BTL 30        | Beton dengan kadar <i>fly ash</i> 15% dan terak logam 30%    |
| BTL 45        | Beton dengan kadar <i>fly ash</i> 15% dan terak logam 45%    |
| BTL 60        | Beton dengan kadar <i>fly ash</i> 15% dan terak logam 60%    |
| LAA           | <i>Los Angeles Abrasion</i>                                  |
| MHB           | Modulus Halus Butir                                          |
| SSD           | <i>Saturated Surface Dry</i>                                 |
| OPC           | <i>Ordinary Portland Cement</i>                              |
| sf            | <i>safety factor</i>                                         |
| x koreksi     | regangan koreksi                                             |

## INTISARI

### **PENGARUH TERAK LOGAM SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DENGAN *FLY ASH* 15% TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON.**

Eunike Pingkan Claudia, NPM: 150215887, Tahun 2019, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Komponen penyusun beton terdiri dari air, semen beserta agregat kasar dan agregat halus. Seiring berkembangnya jaman maka kebutuhan akan komponen-komponen tersebut semakin meningkat sehingga diperlukan inovasi beton. Terak logam dan *fly ash* merupakan limbah B3 yang mengandung campuran logam dioksida, silika dioksida, logam sulfida dan logam dasar yang dapat mencemari lingkungan. Pada penelitian ini akan menguji terak logam sebagai substitusi agregat kasar dan *fly ash* sebagai substitusi sebagian semen sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah B3.

Penelitian beton normal ini direncanakan kuat tekan sebesar 25 MPa untuk umur 28 hari. Variabel bebas penggunaan limbah terak logam pada penelitian ini menggunakan perbandingan 0%, 15%, 30%, 45% dan 60% sebagai substitusi pada agregat kasar. *Fly ash* sebagai substitusi sebagian semen dengan penggunaan sebesar 15%. Benda uji dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan total benda uji sebanyak 42 buah silinder beton, untuk pengujian kuat tekan 4 silinder beton, pengujian modulus elastisitas 3 silinder beton, dan untuk pengujian kuat tarik belah beton 3 silinder beton.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada beton dengan kode BN, BTL 0, BTL 15, BTL 30, BTL 45, BTL 60 secara berturut-turut adalah 26,5951 MPa, 28,5538 MPa, 33,0716 MPa, 34,4435 MPa, 36,1706 MPa, dan 30,0197 MPa, didapatkan kuat tekan optimum sebesar 36,1706 MPa dengan kenaikan terhadap BN dan BTL 0 sebesar 36,0049% dan 26,6753%. Hasil pengujian modulus elastisitas berbanding lurus dengan nilai kuat tekan, secara berturut-turut adalah 23257,6728 MPa, 23856,3072 MPa, 24018,9262 MPa, 25451,5107 MPa, 25648,6207 MPa dan 21900,2783 MPa, didapatkan modulus elastisitas optimum sebesar 25648,6207 MPa dengan kenaikan terhadap BN dan BTL 0 sebesar 10,2803% dan 7,5130%. Hasil pengujian kuat tarik belah beton secara berturut-turut adalah 3,0431 MPa, 3,3345 MPa, 3,6733 MPa, 3,4907 MPa, 3,7856 MPa dan 3,0488 MPa, didapatkan kuat tarik belah optimum sebesar 3,7856 MPa dengan kenaikan terhadap BN dan BTL 0 sebesar 24,3988% dan 13,5283%. Berdasarkan seluruh hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa optimum substitusi terak logam pada variasi 45%, dengan penggunaan terak logam sebanyak 45% dan *fly ash* sebanyak 15%.

**Kata kunci:** limbah B3, terak logam, *fly ash*, kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah beton.