

TUGAS AKHIR

**KUAT TEKAN BEBAS PASIR DENGAN STABILISASI
GEOPOLIMER**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Weny Irma Wardani

20180110174

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Weny Irma Wardani

NIM : 20180110174

Judul : Kuat Tekan Bebas Pasir dengan Stabilisasi Geopolimer

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 2022

Yang membuat pernyataan



Weny Irma Wardani

HALAMAN PERSEMBAHAN



Atas izin Allah SWT, Tugas Akhir ini telah saya selesaikan dan saya persembahkan kepada-Nya sebagai bentuk rasa syukur atas ilmu, karunia, kesehatan, dan kemudahan yang telah diberikan hingga berakhirnya Tugas Akhir ini.

Sebagai tanda hormat dan terimakasih yang tak terhingga, saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada Ayahanda Matjuni dan Ibunda Nurisma yang sangat saya cintai. Terimakasih atas do'a dan cinta kasih Ayahanda dan Ibunda berikan kepada putrimu yang mungkin tidak dapat saya balas hanya dengan persembahan ini, semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini bisa menjadi pembuka langkah saya untuk membuat kalian bahagia.

Kepada Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D yang telah membimbing, memotivasi, dan membagi ilmunya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan. Serta Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah mengajarkan ilmu bermanfaat.

Kepada teman Tim Geopolimer, Nadya, Anava, Afzal, Iza, Syaikhul, dan Jovanka yang tidak berhenti untuk memotivasi, meramaikan, mendukung, dan menciptakan kerjasama yang baik sehingga tugas akhir ini bisa berjalan lancar dan selesai sesuai harapan.

Semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat untuk agama, bangsa, dan negaraku.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kuat tekan bebas pasir yang telah distabilisasi dengan geopolimer.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Dr. Willis Diana, S.T., M.T. dan selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir,
3. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D dan Dr. Edi Hartono, S.T., M.T., yang telah mengarahkan jalannya Tugas Akhir,
4. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Februari 2022

Weny Irma Wardani

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| TUGAS AKHIR..... | 1 |
| TUGAS AKHIR..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| PRAKATA..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG..... | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN | xiv |
| DAFTAR ISTILAH | xv |
| ABSTRAK..... | xvi |
| ABSTRACT..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | 5 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.1.1. Stabilisasi Pasir | 5 |
| 2.1.2. Stabilisasi Pasir dengan Geopolimer..... | 6 |
| 2.1.3. Penelitian Terdahulu | 8 |
| 2.2. Dasar Teori..... | 9 |
| 2.2.1. Kuat Geser Tanah..... | 9 |
| 2.2.2. Kuat Tekan Bebas | 10 |
| 2.2.3. <i>Brittleness Index (I_B)</i> | 12 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1. Bahan atau Materi | 14 |
| 3.2. Alat..... | 16 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.3. | Tempat dan Waktu Penelitian | 18 |
| 3.4. | Tahapan Penelitian | 18 |
| 3.4.1. | Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah | 20 |
| 3.4.2. | Persiapan Bahan | 20 |
| 3.4.3. | Mix Design..... | 21 |
| 3.4.4. | Pembuatan Spesimen | 21 |
| 3.4.5. | Pencetakan Benda Uji | 22 |
| 3.4.6. | Uji Tekan Bebas | 22 |
| 3.5. | Analisis Hasil | 23 |
| BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN | | 24 |
| 4.1. | Hasil Uji Kuat Tekan Bebas..... | 24 |
| 4.1.1. | Pengaruh Variasi Alkali Aktivator dengan Molaritas Berbeda terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas | 24 |
| 4.1.2. | Pengaruh Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas dengan Molaritas yang Sama | 26 |
| 4.1.3. | Pengaruh Variasi Rasio Alkali Aktivator dan Molaritas terhadap Nilai <i>Brittleness Index (I_B)</i> | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 32 |
| 5.1. | Kesimpulan | 32 |
| 5.2. | Saran..... | 32 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 34 |
| LAMPIRAN..... | | 37 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Data hasil pengujian sifat fisis dan sifat mekanis pasir | 15 |
| Tabel 3. 2 Standar pengujian sifat fisis tanah | 15 |
| Tabel 3. 3 <i>Mix design</i> benda uji | 21 |
| Tabel 4. 1 Hasil uji kuat tekan bebas semua variasi benda uji..... | 24 |
| Tabel 4. 2 Persentase kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan bebas terhadap variasi alkali aktivator | 26 |
| Tabel 4. 3 Persentase peningkatan kuat tekan bebas terhadap umur pemeraman. | 28 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Skema reaksi geopolimer (Fernández-Jiménez dkk., 2005) | 7 |
| Gambar 2. 2 Kriteria kegagalan Mohr dan Columb (Muntohar, 2009) | 10 |
| Gambar 2. 3 Variasi keruntuhan benda uji (ASTM, 2009a) | 12 |
| Gambar 2. 4 Hubungan tegangan dan regangan | 13 |
| Gambar 3. 1 Lokasi pengambilan sampel (<i>Google earth</i> , 2021) | 14 |
| Gambar 3. 2 Tanah pasir | 14 |
| Gambar 3. 3 Bahan alkali aktivator (a) Natrium hidroksida (b) Natrium silikat .. | 15 |
| Gambar 3. 4 <i>Fly Ash</i> | 16 |
| Gambar 3. 5 Detail alat cetakan (a) Pelat ganjal/pelat bawah (b) Penekan (c) Tabung cetakan (d) Cetakan tampak utuh (e) Cetakan tampak belah..... | 17 |
| Gambar 3. 6 Unit alat tekan bebas (a) Mesin UCS (b) Komputer | 18 |
| Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> alur penelitian | 19 |
| Gambar 3. 8 Hasil cetakan benda uji | 22 |
| Gambar 3. 9 Pengujian kuat tekan bebas (UCS)..... | 23 |
| Gambar 4. 1 Pengaruh variasi alkali aktivator terhadap nilai kuat tekan bebas ... | 25 |
| Gambar 4. 2 Pengaruh umur dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan rasio alkali aktivator 1 | 27 |
| Gambar 4. 3 Pengaruh umur dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan rasio alkali aktivator 1,5..... | 27 |
| Gambar 4. 4 Pengaruh umur dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan rasio alkali aktivator 2..... | 27 |
| Gambar 4. 5 Pengaruh umur dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan rasio alkali aktivator 2,5..... | 28 |
| Gambar 4. 6 Hubungan variasi alkali aktivator dan nilai <i>brittleness index</i> pada umur 7 hari..... | 30 |
| Gambar 4. 7 Hubungan variasi alkali aktivator dan nilai <i>brittleness index</i> pada umur 14 hari..... | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Data Hasil Uji Sifat Geoteknik Pasir | 37 |
| Lampiran 2 Hasil Uji Laboratorium Kandungan <i>Fly Ash</i> | 42 |
| Lampiran 3 Perhitungan Campuran Bahan (<i>Mix Design</i>) Benda Uji | 43 |
| Lampiran 4 Hasil Analisis Uji Kuat Tekan Bebas | 47 |

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

| Simbol | Dimensi | Keterangan |
|------------------|-------------------------------------|---|
| A | [L ²] | Luas bidang saat menerima beban |
| A ₀ | [L ²] | Luas awal bidang sebelum menerima beban |
| c | [ML ⁻¹ T ⁻²] | Kohesi |
| DR | [%] | Rasio densitas / <i>Density ratio</i> |
| e _{min} | [-] | Angka pori minimum |
| e _{max} | [-] | Angka pori maksimum |
| G _s | [-] | Berat jenis |
| L | [L] | Tinggi benda uji awal |
| ΔL | [L] | Perubahan tinggi benda uji |
| P | [MLT ⁻²] | Beban aksial |
| τ | [ML ⁻¹ T ⁻²] | Kuat geser tanah |
| σ | [ML ⁻¹ T ⁻²] | Tegangan geser |
| ∅ | [°] | Sudut gesek internal |
| q _u | [ML ⁻¹ T ⁻²] | Tegangan ultimit |
| q _r | [ML ⁻¹ T ⁻²] | Tegangan residu |
| ε | [%] | Regangan |
| I _B | [-] | Indeks kegetasan / <i>brittleness Index</i> |

DAFTAR SINGKATAN

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| UCS | : | <i>Unconfined Compressive Strength</i> |
| NaOH | : | Natrium Hidroksida |
| Na ₂ SiO ₃ | : | Natrium Silikat |
| USCS | : | <i>Unified Soil Classification System</i> |
| AASHTO | : | <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> |
| I _B | : | <i>Brittleness Index</i> |
| SEM | : | <i>Scanning Electron Microscopy</i> |

DAFTAR ISTILAH

1. *Unconfined Compressive Strength*
Kuat Tekan bebas, yaitu nilai tegangan aksial maksimum (*peak*) pada uji kuat tekan hingga benda uji mengalami keruntuhan.
2. *Brittleness Index*
Indeks kegetasan suatu spesimen dengan nilai 0 sampai 1 untuk menyatakan apakah spesimen bersifat daktail atau getas.
3. Alkali Aktivator
Alkali aktivator merupakan larutan yang menyebabkan reaksi unsur lain apabila dicampurkan.
4. Geopolimer
Geopolimer adalah senyawa anorganik dari sintesis material silika-alumina. Senyawa ini terdiri dari rantai ikatan yang kovalen dan terbentuk melalui proses geopolimerisasi.
5. Geopolimerisasi
Geopolimerisasi adalah proses kompleks dari reaksi kimia dari suatu senyawa menjadi senyawa lain. Dalam konteks ini, senyawa yang beraksi adalah material silika alumina menjadi geopolimer yang berbentuk gel.
6. Polimerisasi
Polimerisasi adalah proses kimia berupa reaksi pengikatan monomer (molekul sederhana yang identik) menjadi rantai polimer.
7. Polimer
Polimer adalah makromolekul yang terbentuk dari susunan molekul sederhana (monomer) yang berulang.
8. Disolusi
Disolusi adalah proses pemutusan rantai kimia suatu senyawa.
9. *Scanning Electron Microscopy*
Mikroskop pemindai elektron, yang mampu mencitrakan secara detail bentuk permukaan dan suatu spesimen hingga skala tertentu.