

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**



**NABILA MUTHIA SARI  
03011181621024**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas  
Sriwijaya**



**NABILA MUTHIA SARI  
03011181621024**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nabila Muthia Sari

NIM : 03011181621024

Judul : Pengaruh Campuran *Bottom Ash* Pabrik Kertas Pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Dengan Pengujian Triaxial UU

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Oktober 2020



yg membuat pernyataan,

**Nabila Muthia Sari**

**NIM. 03011181621024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS  
PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**

**SKRIPSI**

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**NABILA MUTHIA SARI**  
**03011181621024**

Dosen Pembimbing I,

Indralaya, November 2020  
Dosen Pembimbing II,

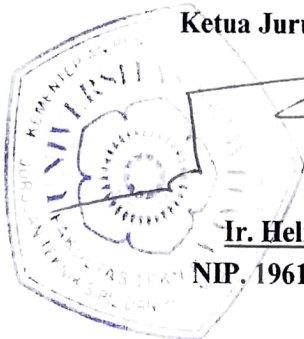


**Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng**  
**NIP. 197907222009122003**



**Ratna Dewi, S.T., M.T.**  
**NIP. 197406152000032001**

**Mengetahui/Menyetujui**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil,**



**Ir. Helmi Haki, M.T.**  
**NIP. 196107031991021001**

## SURAT KETERANGAN SELESAI REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini, dosen penguji tugas akhir menerangkan bahwa mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yaitu:

Nama : Nabila Muthia Sari

NIM : 03011181621024

Judul : Pengaruh Campuran *Bottom Ash* Pabrik Kertas Pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Dengan Pengujian Triaxial UU

Adalah benar telah menyelesaikan Tugas Akhir dan telah menyelesaikan perbaikan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

**Palembang, November 2020**

### Pembimbing:

1. Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng  
NIP. 197907222009122003

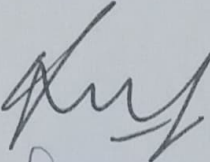
(  )

2. Ratna Dewi, S.T., M.T  
NIP. 197406152000032001

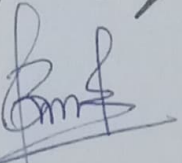
(  )

### Penguji:

1. Dr. Ir. Hanafiah, M.S  
NIP. 195603141985031002

(  )

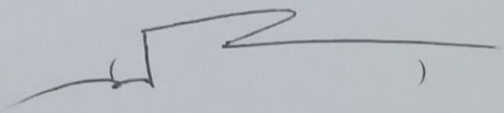
2. Dr. Betty Susanti, S.T., M.T  
NIP. 198001042003122005

(  )

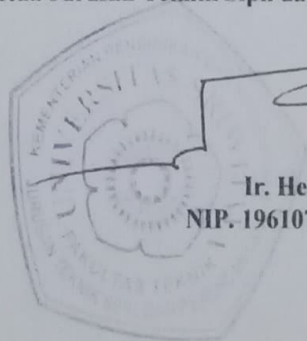
3. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T  
NIP. 197705172008012039

(  )

4. Ir. Helmi Hakki, M.T.  
NIP. 196107031991021001

(  )

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan**



**Ir. Helmi Haki, M.T.  
NIP. 196107031991021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Pengaruh Campuran *Bottom Ash* Pabrik Kertas Pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Dengan Pengujian Triaxial UU" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 November 2020.

Indralaya, November 2020

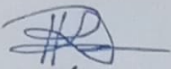
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng  
NIP. 197907222009122003

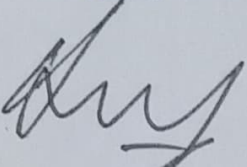
(  )

2. Ratna Dewi, S.T., M.T  
NIP. 197406152000032001

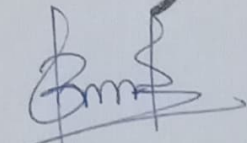
(  )

Anggota:

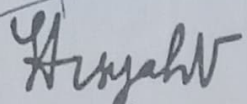
3. Dr. Ir. Hanafiah, M.S  
NIP. 195603141985031002

(  )

4. Dr. Betty Susanti, S.T., M.T  
NIP. 198001042003122005

(  )


5. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T  
NIP. 197705172008012039

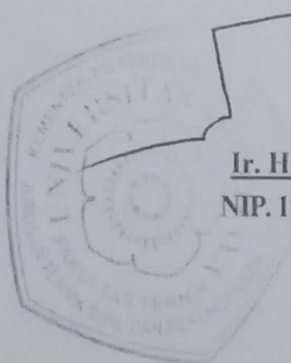
(  )

6. Ir. Helmi Hakki, M.T.  
NIP. 196107031991021001

(  )

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

  
Ir. Helmi Hakki, M.T.  
NIP. 196107031991021001





# PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU

Nabila Muthia Sari<sup>1\*</sup>, Yulindasari<sup>2</sup>, Ratna Dewi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

\*Korespondensi Penulis: [nabilamuthia29@gmail.com](mailto:nabilamuthia29@gmail.com)

## Abstrak

Tanah merupakan salah satu bagian penting dalam suatu konstruksi yang mempunyai fungsi sebagai menyangga konstruksi di atasnya. Lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang tinggi apabila terjadi perubahan sistem kadar air tanah. Sehingga perlu dilakukan stabilisasi tanah untuk memperbaiki karakteristik tanah tersebut. Stabilisasi yang dilakukan yaitu dengan menambahkan *bottom ash* terhadap tanah lempung ekspansif. *Bottom ash* merupakan limbah pabrik kertas hasil pembuangan dari *boiler* yang memiliki kandungan silika. Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh penambahan *bottom ash* dengan variasi 10%, 20%, 25%, 30% dan 35% dengan waktu perawatan selama 0 hari, 3 hari dan 7 hari dilakukan pengujian sifat fisis pada tanah dan pengujian Triaxial UU. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada masa persentase maksimum terjadi pada variasi 30% *bottom ash* masa perawatan 7 hari dengan nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan kuat geser ( $\tau$ ) tanah sebesar  $0,950 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2,098^\circ$  dan  $1,023 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil minimum campuran *bottom ash* terdapat pada variasi 10% dengan waktu perawatan 0 hari dengan nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar  $0,311 \text{ kg/cm}^2$ , nilai sudut geser ( $\phi$ ) sebesar  $0,233^\circ$  dan nilai kohesi ( $c$ ) sebesar  $0,306 \text{ kg/cm}^2$ .

**Kata kunci :** Triaxial UU, Masa Perawatan, *Bottom Ash*, Stabilisasi Tanah

Palembang, November 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

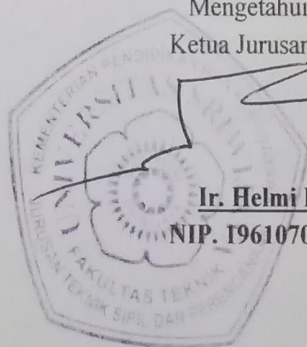
Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

**Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng**  
NIP. 197907222009122003

**Ratna Dewi, S.T., M.T**  
NIP. 197406152000032001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Ir. Helmi Haki, M.T.**  
NIP. 196107031991021001






**HASIL SEMINAR  
SIDANG SARJANA/ UJIAN TUGAS AKHIR**

Tanggal 11 November 2020 (Metode Daring)

Nama Mahasiswa : **NABILA MUTHIA SARI**  
N I M : 03011181621024  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS  
PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**  
Dosen Pembimbing : I. DR. YULINDASARI, S.T., M.ENG  
II. RATNA DEWI, S.T., M.T.

**TANGGAPAN / SARAN**

Dosen Penguji : Ir. Helmi Haki, M.T.

No.	Review Dosen Penguji	Ringkasan Perbaikan Dokumen
1.	<i>Bottom ash</i> diambil dari mana	<i>Bottom ash</i> diambil dari limbah pabrik PT. Tanjung Enim Lestari. <i>Bottom ash</i> merupakan hasil sisa pembakaran dari boiler. <i>Bottom ash</i> dibuang dikarenakan <i>bottom ash</i> tidak efektif lagi untuk menghantarkan panas karena tidak mengalami mendidih dan sudah tercampur dengan material lain ( kulit kayu sebagai bahan bakar pembakaran pada boiler )
2.	Komposisi <i>bottom ash</i>	SiO <sub>2</sub> , Al, Fe, Mg, K, Na, Ca, Mn, Sr Penelitian ini menggunakan <i>bottom ash</i> dikarenakan <i>bottom ash</i> mengandung SiO <sub>2</sub> sebesar 28,5%, hal ini kandungan SiO <sub>2</sub> yang tinggi. SiO <sub>2</sub> memiliki sifat perekat sehingga dapat meningkatkan kekuatan tanah
3.	Sampel triaxial	Sampel triaxial memiliki tinggi 76 mm dan diameter 38 mm. Total sampel yang dipakai yaitu 48 sampel. Sampel triaxial dicetak dengan pts dengan 3 lapisan. Tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan tinggi jatuh 30 cm.
4.	Rumus kuat geser	$\tau = c + \sigma tg \Phi$
Mengetahui,		Palembang, November 2020
Sekretaris Jurusan, 	Dosen Pembimbing 1, 	Dosen Penguji , 
M. Baitullah A, S.T., M.Eng NIP. 198601242009121004	Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng NIP. 197907222009122003	Ir. Helmi Haki, M.T. NIP. 196107031991021001








HASIL SEMINAR  
SIDANG SARJANA/ UJIAN TUGAS AKHIR

Tanggal 11 November 2020 (Metode Daring)

Nama Mahasiswa : NABILA MUTHIA SARI  
N I M : 03011181621024  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS  
PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU  
Dosen Pembimbing : I. DR. YULINDASARI, S.T., M.ENG  
II. RATNA DEWI, S.T., M.T.

TANGGAPAN / SARAN

Dosen Penguji : Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.

No.	Review Dosen Penguji	Ringkasan Perbaikan Dokumen
1.	Adakah penambahan campuran bahan lain untuk penelitian selain <i>bottom ash</i> ?	Untuk penelitian saya hanya menggunakan <i>bottom ash</i> saja untuk bahan campuran tanah lempung ekspansif. Alasan saya memilih campuran tanah dengan <i>bottom ash</i> dikarenakan dengan menggunakan <i>bottom ash</i> sebagai campuran stabilisasi dapat mengurangi limbah pabrik kertas dan <i>bottom ash</i> mengandung SiO <sub>2</sub> sebesar 28,5%, hal ini kandungan SiO <sub>2</sub> yang tinggi. SiO <sub>2</sub> memiliki sifat perekat sehingga dapat meningkatkan kekuatan tanah. Terdapat pada latar belakang bab 1.
2.	Apakah penelitian terdahulu hasilnya sama pada variasi <i>bottom ash</i> 30% merupakan hasil optimum ?	Penelitian terdahulu sudah ditambahkan pada pembahasan bab 4. Pada penelitian terdahulu dilakukan oleh Devi (2018) melakukan pengujian tanah lempung ekspansif dengan campuran <i>bottom ash</i> yaitu 5%, 10%, 20%, 25% dan 30%. Hasil nilai CBR tertinggi yaitu pada variasi 30% sebesar 8,89%. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian sejalan dengan penelitian terdahulu.
3.	Bagaimana <i>bottom ash</i> dapat meningkatkan kuat geser tanah ?	Peningkatan kuat geser tanah disebabkan karena hal ini disebabkan karena <i>bottom ash</i> dapat mengisi rongga pada tanah yang membuat partikel tanah menjadi lebih rapat dan padat akibat ikatan dari <i>bottom ash</i> . Peningkatan juga terjadi akibat reaksi SiO <sub>2</sub> dan lama perawatan yang menyebabkan adanya reaksi yang baik sehingga memiliki daya ikatan yang kuat antara tanah dan <i>bottom ash</i> . Terdapat pada pembahasan bab 4.
Mengetahui,		Palembang, November 2020
Sekretaris Jurusan,  M. Baitullah A, S.T., M.Eng. NIP. 198601242009121004	Dosen Pembimbing 1,  Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng NIP. 197907222009122003	Dosen Penguji ,  Dr. Betty Susanti, S.T., M.T. NIP. 198001042003122005






**HASIL SEMINAR  
SIDANG SARJANA/ UJIAN TUGAS AKHIR**

Tanggal 11 November 2020 (Metode Daring)

Nama Mahasiswa : **NABILA MUTHIA SARI**  
N I M : 03011181621024  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS  
PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**  
Dosen Pembimbing : I. DR. YULINDASARI, S.T., M.ENG  
II. RATNA DEWI, S.T., M.T.

**TANGGAPAN / SARAN**

Dosen Penguji : Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

No.	Review Dosen Penguji	Ringkasan Perbaikan Dokumen
1.	Jelaskan apakah penambahan 30% <i>bottom ash</i> dengan perawatan 7 hari yang menghasilkan kinerja optimum sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Sebutkan pula referensinya.  Tulisan revisi pada skripsi diberi warna kuning.	Iya, sesuai dengan jurnal terdahulu dari Devi (2018) yang berjudul <i>bottom ash as an additive material for stabilization of expansive soil</i> dan Shrimuga (2017) berjudul <i>experimental investigation on stabilization of black cotton soil by using lime and fly ash</i> bahwa variasi <i>bottom ash</i> 30% merupakan hasil optimum. (terdapat pada halaman 75 bab 4), Penelitian terdahulu sudah ditambahkan pada pembahasan bab 4.
2.	Hasil cek ulang Turnitin 13%. Perlu revisi agar similarity maksimum 10%.	Dalam proses perbaikan laporan tugas akhir.
3.		
4.		
Mengetahui,		Palembang, November 2020
Sekretaris Jurusan,  M. Baitullah A, ST, M.Eng. NIP. 198601242009121004	Dosen Pembimbing ,  Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng NIP. 197907222009122003	Dosen Penguji ,  Dr. Siti Aisyah N, S.T., M.T NIP. 197705172008012039



**HASIL SEMINAR**  
**SIDANG SARJANA/ UJIAN TUGAS AKHIR**  
Tanggal 11 November 2020 (Metode Daring)

Nama Mahasiswa : **NABILA MUTHIA SARI**  
N I M : 03011181621024  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS  
PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU**  
Dosen Pembimbing : I. DR. YULINDASARI, S.T., M.ENG  
II. RATNA DEWI, S.T., M.T.

**TANGGAPAN / SARAN**

Dosen Penguji : Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

No.	Review Dosen Penguji	Ringkasan Perbaikan Dokumen
1.	- format!	
2.	- Kumpiran banyak → utk apa?	
3.	- principal stress ? - Ghalib graph	
4.		

Mengetahui,		Palembang, November 2020
Sekretaris Jurusan,   M. Baitullah A, ST, M.Eng. NIP. 198601242009121004	Dosen Pembimbing ,   Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng NIP. 197907222009122003	Dosen Penguji ,   Dr. Ir. Hanafiah, M.S. NIP. 195603141985031020



## HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nabila Muthia Sari

NIM : 03011181621024

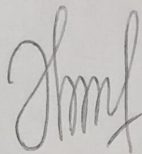
Judul : Pengaruh Campuran *Bottom Ash* Pabrik Kertas Pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Dengan Pengujian Triaxial UU

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



**Nabila Muthia Sari**  
**NIM. 03011181621024**



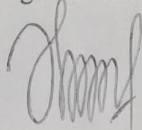
## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Nabila Muthia Sari  
Tempat Lahir : Palembang  
Tanggal Lahir : 2 September 1998  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Warga Negara : Indonesia  
Alamat : Komplek Kenten Permai II Jalan Bukit Sulap I Blok F1 No. 05,  
Kota Palembang, Sumatera Selatan.  
No. HP : 0812 88915644  
E-mail : nabilamuthia29@gmail.com

### Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Lematang Lestari Muara Enim	-	-	-	2004-2010
SMP Lematang Lestari Muara Enim	-	-	-	2010-2013
SMA N 3 Prabumulih	-	IPA	-	2013-2016
Universitas Sriwijaya	Teknik	T. Sipil	S-1	2016-2020

Dengan hormat,



**Nabila Muthia Sari**  
**NIM 03011181621024**

## RINGKASAN

### PENGARUH CAMPURAN *BOTTOM ASH* PABRIK KERTAS PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH DENGAN PENGUJIAN TRIAXIAL UU

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, 26 Oktober 2020

Nabila Muthia Sari; dibimbing oleh Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng dan Ratna Dewi, S.T., M.T.

xviii + 57 halaman, 43 gambar, 19 tabel, 1 lampiran

Tanah merupakan salah satu bagian penting dalam suatu konstruksi yang mempunyai fungsi sebagai menyangga konstruksi di atasnya. Lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang tinggi apabila terjadi perubahan sistem kadar air tanah. Sehingga perlu dilakukan stabilisasi tanah untuk memperbaiki karakteristik tanah tersebut. Stabilisasi yang dilakukan yaitu dengan menambahkan *bottom ash* terhadap tanah lempung ekspansif. *Bottom ash* merupakan limbah pabrik kertas hasil pembuangan dari *boiler* yang memiliki kandungan silika. Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh penambahan *bottom ash* dengan variasi 10%, 20%, 25%, 30% dan 35% dengan waktu perawatan selama 0 hari, 3 hari dan 7 hari dilakukan pengujian sifat fisis pada tanah dan pengujian Triaxial UU. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pada masa persentase maksimum terjadi pada variasi 30% *bottom ash* masa perawatan 7 hari dengan nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan kuat geser ( $\tau$ ) tanah sebesar  $0,950 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2,098^\circ$  dan  $1,023 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil minimum campuran *bottom ash* terdapat pada variasi 10% dengan waktu perawatan 0 hari dengan nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar  $0,311 \text{ kg/cm}^2$ , nilai sudut geser ( $\phi$ ) sebesar  $0,233^\circ$  dan nilai kohesi ( $c$ ) sebesar  $0,306 \text{ kg/cm}^2$ .

**Kata kunci :** Triaxial UU, Masa Perawatan, *Bottom Ash*, Stabilisasi Tanah

## SUMMARY

### THE EFFECT OF BOTTOM ASH MIXING OF PAPER FACTORY ON EXPANSIVE CLAY ON SOIL SHEAR STRENGTH VALUE WITH TRIAXIAL TESTING

A thesis, 26 Oktober 2020

Nabila Muthia Sari; supervised by Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng and Ratna Dewi, S.T., M.T.

xviii + 57 pages, 43 pictures, 19 tabels, 1 attachment

Soil is one of the important materials in a construction which has a function as a cantilever for the construction above. Expansive clays are soils that have a high potential shrinkage if there is a ground water alteration. It is necessary to stabilize the soil to improve the characteristics of the soil. The stabilization by adding bottom ash to the expansive clay. Bottom ash is paper mill waste from a boiler that contains silica. In this study, analysis of the effect of adding bottom ash with variations of 10%, 20%, 25%, 30% and 35% with treatment time of 0 days, 3 days and 7 days was testing the physical properties of the soil and the Triaxial UU. The results showed that the maximum percentage period occurred in the variation of 30% bottom ash, the treatment period was 7 days with the cohesion ( $c$ ), shear angle ( $\phi$ ) and soil shear strength ( $\tau$ ) of  $0.950 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2.098^\circ$  and  $1.023 \text{ kg/cm}^2$ . The minimum of bottom ash mixture is 10% variation with a treatment time of 0 days with a shear strength ( $\tau$ ) is  $0.311 \text{ kg/cm}^2$ , a shear angle ( $\phi$ ) is  $0.233^\circ$  and a cohesion value ( $c$ ) is  $0.306 \text{ kg/cm}^2$ .

**Key Words** : Triaxial UU, Threatment Period, Bottom Ash, Soil Stabilization

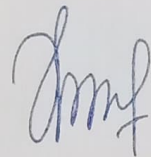
## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat, kasih sayang dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Pada proses penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Yulindasari, ST., M.Eng. dan Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam proses penelitian tugas akhir ini.
3. Keluarga tercinta yang menjadi sumber semangat, terima kasih juga atas doa, usaha dan nasihat yang telah diberikan.
4. Teman-teman saya angkatan 2016 Teknik Sipil Unsri.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa proposal yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan. Semoga laporan tugas akhir yang telah dibuat ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Oktober 2020



Nabila Muthia Sari



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan Integritas .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Berita Acara .....	v
Halaman Persetujuan Publikasi .....	vi
Riwayat Hidup .....	vii
Ringkasan .....	viii
<i>Summary</i> .....	ix
Kata Pengantar .....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Penelitian Terdahulu .....	5
2.2. Tanah .....	6
2.3. Klasifikasi Tanah .....	7
2.3.1. Sistem Klasifikasi Tanah USCS .....	7
2.3.2. Klasifikasi Tanah berdasarkan AASHTO .....	8

2.4. Tanah Lempung .....	12
2.5. Tanah Lempung Ekspansif .....	14
2.6. Stabilisasi Tanah .....	16
2.6.1. Stabilisasi Secara Kimiawi .....	17
2.6.2. Stabilisasi Secara Mekanis.....	18
2.7. Pengujian Sifat Fisis Tanah.....	19
2.7.1. Kadar Air .....	20
2.7.2. Berat Jenis Tanah ( <i>Specific Gravity</i> ) .....	20
2.7.3. Analisa Saringan .....	21
2.7.4. Batas <i>Atterberg</i> .....	23
2.8. Pengujian Pemadatan Tanah .....	25
2.9. Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Triaxial .....	26
2.10. Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb .....	27
2.11. Limbah Pabrik Kertas .....	29

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Umum.....	37
3.2. Studi Literatur .....	37
3.3. Studi Lapangan .....	37
3.4. Pekerjaan Lapangan .....	38
3.5. Pekerjaan Persiapan .....	40
3.6. Pengujian Sifat Tanah Asli dan Kuat Tanah Asli .....	42
3.6.1 Pengujian Sifat Fisis Tanah .....	42
3.6.2 Pengujian Pemadatan Tanah Standar (SNI 1742-2008) .....	43
3.6.3 Pengujian Triaxial (SNI 03-4813-2004) .....	43
3.7. Pembuatan Benda Uji .....	43
3.8. Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan <i>Atterberg Limit</i> Tanah Campuran .....	51
3.9. Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran .....	52
3.10. Pengujian Triaxial UU ( <i>Unconsolidated Undrained</i> ) .....	53
3.11. Analisis Data dan Kesimpulan .....	54

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengujian Sifat Fisis Tanah.....	55
4.2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian .....	57
4.2.1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	57
4.2.2. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	57
4.3. Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Tanah Campuran .....	58
4.4. Hasil Pengujian Batas-batas <i>Atterberg</i> Tanah Campuran .....	59
4.5. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Standar Tanah .....	60
4.6. Pengujian Triaxial UU .....	63
4.6.1. Nilai Kohesi pada Pengujian Triaxial UU .....	63
4.6.2. Persentase Perubahan Nilai Kohesi .....	66
4.6.3. Nilai Sudut Geser pada Pengujian Triaxial UU .....	68
4.6.4. Nilai Kuat Geser pada Pengujian Triaxial UU .....	68
4.6.5. Persentase Perubahan Kuat Geser .....	71
4.7. Pembahasan .....	73

## **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran.....	76
Daftar Pustaka .....	77
Lampiran .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Variasi volume dan kadar air pada kedudukan batas cair, batas plastis, dan batas susut (Hardiyatmo, 2002) .....	25
2.2. Komponen Kuat Geser .....	28
2.3. Lingkaran Mohr .....	29
2.4. Limbah <i>bottom ash</i> pabrik kertas .....	35
3.1. Diagram alir penelitian .....	38
3.2. Pengambilan sampel tanah di Desa Niru-Tebat Agung, Kecamatan Rambang Dangku, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan (1). Lokasi pengambilan sampel tanah (2). Pengangkutan sampel tanah ke dalam pick up .....	39
3.3. Mesin Pembuangan Limbah <i>Bottom Ash</i> dari <i>Boiler</i> .....	40
3.4. Proses pengeringan tanah .....	40
3.5. Proses menumbuk tanah (1). Tanah lolos saringan no. 4 (2) .....	41
3.6. Pengeringan <i>bottom ash</i> dengan menggunakan oven (1). Penyaringan <i>bottom ash</i> lolos saringan no. 40 (2) .....	41
3.7. Campuran tanah dan <i>bottom ash</i> .....	45
3.8. Mencampur tanah dengan kadar air optimum .....	45
3.9. Tanah diperam selama 24 jam .....	46
3.10. Pemadatan tanah standar .....	46
3.11. Memasukan cetakan triaxial pada alat pemadatan dengan bantuan alat sondir .....	47
3.12. Cetakan triaxial yang telah masuk ke cetakan pemadatan .....	47
3.13. Perawatan benda uji .....	48
3.14. Pengujian berat jenis .....	51
3.15. Pengujian <i>Atterberg</i> .....	52
3.16. Pemadatan tanah standar campuran .....	53
3.17. Proses pengujian triaxial .....	53
4.1. Grafik batas cair .....	56



4.2. Grafik Gradasi Butiran Tanah .....	56
4.3. Klasifikasi tanah menurut AASHTO.....	57
4.4. Grafik klasifikasi menurut USCS .....	58
4.5. Grafik nilai berat jenis pada tanah campuran .....	59
4.6. Grafik batas-batas <i>atterberg</i> pada tanah campuran .....	60
4.7. Pemadatan tanah standar pada tanah asli .....	60
4.8. Perubahan Nilai Kadar Air Optimum Tanah Campuran .....	62
4.9. Perubahan Nilai Kerapatan Isi Kering Maksimum Tanah Campuran .....	62
4.10. Lingkaran mohr pada tanah asli .....	63
4.11. Perbandingan nilai kohesi pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 0 hari .....	64
4.12. Perbandingan nilai kohesi pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 3 hari .....	65
4.13. Perbandingan nilai kohesi pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 7 hari .....	65
4.14. Perbandingan nilai kohesi pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 0, 3, dan 7 hari .....	66
4.15. Diagram persentase perubahan nilai kohesi .....	67
4.16. Perbandingan nilai kuat geser pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 0 hari .....	69
4.17. Perbandingan nilai kuat geser pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 3 hari .....	70
4.18. Perbandingan nilai kuat geser pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 7 hari .....	70
4.19. Perbandingan nilai kuat geser pada tanah campuran <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 0, 3, dan 7 hari.....	71
4.20. Diagram persentase perubahan nilai kuat geser .....	72

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Sistem klasifikasi tanah USCS .....	11
2.2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO .....	12
2.3. Nilai indeks plastisitas dan jenis tanah .....	16
2.4. Berat jenis tanah .....	21
2.5. Ukuran Saringan .....	21
2.6. Komposisi kimia pada <i>bottom ash</i> .....	35
2.7. Komposisi unsur pada <i>bottom ash</i> pabrik kertas .....	36
2.8. Komposisi unsur pada <i>bottom ash</i> pada saringan No. 40 .....	36
3.1. Spesifikasi sampel benda uji triaxial .....	48
4.1. Sifat fisis tanah asli dan klasifikasi tanah .....	55
4.2. Data hasil pengujian <i>specific gravity</i> .....	59
4.3. Data hasil pengujian batas-batas <i>Atterberg</i> Tanah Campuran .....	60
4.4. Hasil Pemadatan Tanah Standar .....	61
4.5. Nilai Kohesi .....	62
4.6. Persentase perubahan nilai kohesi tanah .....	67
4.7. Nilai sudut geser .....	68
4.8. Nilai kuat geser .....	69
4.9. Persentase perubahan nilai kuat geser tanah .....	72
4.10. Persentase perubahan nilai kohesi, sudut geser, dan nilai kuat geser tanah variasi 35% <i>bottom ash</i> dengan masa perawatan 7 hari .....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A (Hasil Pengujian *Spesific Gravity*)
- Lampiran B (Hasil Pengujian Batas-batas *Atterberg*)
- Lampiran C (Hasil Pengujian Analisa Saringan)
- Lampiran D (Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Standar)
- Lampiran E (Hasil Pengujian Triaxial UU)
- Lampiran F (Dokumentasi Penelitian)
- Lampiran G (Kandungan Unsur *Bottom Ash*)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu bagian penting dalam suatu konstruksi yang mempunyai fungsi sebagai menyangga konstruksi di atasnya, seperti konstruksi bangunan tinggi, jalan, jembatan dan konstruksi lainnya harus memenuhi syarat yang baik agar mampu menahan beban. Namun ada beberapa tanah yang bermasalah salah satunya adalah tanah lempung ekspansif.

Lempung ekspansif memiliki karakteristik antara lain memiliki sifat yang kurang baik, permasalahan pada tanah lempung ekspansif yaitu memiliki muka air yang relatif tinggi, kompresibilitas yang tinggi, memiliki kuat geser tanah yang rendah, dan daya dukung yang rendah hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung ekspansif tidak stabil. Oleh karena itu diperlukannya stabilisasi pada tanah lempung ekspansif untuk meningkatkan daya dukung tanah agar dapat digunakan pembangunan berbagai jenis konstruksi yang berada di atasnya.

Stabilisasi merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan daya dukung tanah. Perbaikan tanah pada umumnya digunakan yaitu, perbaikan tanah secara mekanis, secara hidrolis, perbaikan tanah secara fisik dan kimiawi, perbaikan dengan inklusi, dan perbaikan dengan menggunakan bahan ringan.

Metode stabilisasi mekanis merupakan salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara memperbaiki struktur dan memperbaiki sifat mekanis tanah. Metode stabilisasi kimiawi adalah suatu metode stabilisasi tanah dengan menambahkan bahan campuran tertentu ke tanah yang bermasalah tersebut, sehingga akan terjadi suatu reaksi tertentu dari tanah dan bahan pencampur sehingga akan menghasilkan suatu sifat teknis yang lebih baik.

Perbaikan tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah mencampur tanah asli dengan *bottom ash* terhadap nilai kuat geser tanah dengan menggunakan pengujian Triaxial UU. Penambahan *bottom ash* sebagai bahan stabilisasi dikarenakan terdapat kandungan  $\text{SiO}_2$ .  $\text{SiO}_2$  merupakan senyawa yang dibutuhkan

dalam proses kimiawi dengan tanah lempung dikarenakan memiliki sifat perekat sehingga dapat meningkatkan kekuatan tanah (Widhiarto,2015).

*Bottom ash* diperoleh dari hasil limbah pabrik PT. Tanjung Enim Lestari Pulp & Paper yang berada di Kabupaten Muara Enim. Hasil penelitian Devi (2018), dilakukan pengujian CBR tanah lempung ekspansif dengan menggunakan *bottom ash* mempunyai nilai tertinggi pada variasi 30% yaitu 8,89%.

Pada pembakaran kulit kayu di dalam *boiler* akan menghasilkan limbah berupa debu (*ash*). Menurut ukurannya limbah debu dibagi menjadi dua yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). *Bottom ash* merupakan limbah abu yang ukurannya lebih besar dari pada *fly ash*. *Bottom ash* mengandung unsur yaitu *innert*, SiO, Al, Fe, Mg, K, Na, Ca, Pb, Mn, dan Sr sebesar 47,298%, 28,5%, 2,5%, 1,6%, 0,8%, 1,7%, 0,4%, 17%, 0,002%, 0,1% dan 0,1%.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh tanah lempung ekspansif dengan penambahan *bottom ash* terhadap nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) melalui pengujian Triaxial UU?
2. Bagaimana perbandingan nilai kohesi ( $c$ ), nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) dengan pengujian Triaxial UU pada tanah lempung ekspansif terhadap penambahan *bottom ash* dengan persentase 10%, 20%, 25%, 30%, 35%?
3. Bagaimana nilai kohesi ( $c$ ), nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) dengan pengujian Triaxial UU terhadap waktu perawatan 0 hari, 3 hari dan 7 hari?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan nilai kohesi ( $c$ ), nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) dari tanah lempung ekspansif sebelum dan sesudah stabilisasi *bottom ash* melalui pengujian Triaxial UU.



2. Menganalisis perubahan nilai kohesi ( $c$ ), nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) setelah dilakukan stabilisasi dengan *bottom ash*.
3. Menganalisis nilai kohesi ( $c$ ), nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kuat geser ( $\tau$ ) dengan pengujian Triaxial UU terhadap persentase 10%, 20%, 25%, 30%, 35% penambahan *bottom ash* terhadap waktu perawatan 0 hari, 3 hari dan 7 hari.

#### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Sampel tanah lempung ekspansif dalam penelitian ini, diambil dalam keadaan terganggu (*disturbed*) yang berasal dari Desa Niru-Tebat Agung, Kecamatan Rambang Dangku, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.
2. Bahan stabilisasi *bottom ash* diambil dari limbah pabrik PT. Tanjung Enim Lestari Pulp & Paper.
3. Persentase penambahan *bottom ash* pada tanah lempung ekspansif terdiri dari 10%, 20%, 25%, 30% dan 35% dari berat kering sampel tanah asli.
4. Pengujian Triaxial dengan standar *Unconsolidated Undrained* (UU) dilakukan dengan waktu perawatan pada benda uji yaitu selama 0 hari, 3 hari dan 7 hari.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan disusun menjadi 6 bab dengan uraian sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN  
Bab 1 terdiri dari sub bab latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA  
Pada bab 2 menjelaskan uraian mengenai perkembangan teori atau keilmuan yang relevan dengan tinjauan penelitian.
3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN  
Bab 3 mencakup hipotesis penelitian, metode pengumpulan data, metode pengukuran dan metode analisis data.

4. **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab 4 berisi penjelasan detail mengenai data dan hasil analisis data secara tajam.

5. **BAB 5 PENUTUP**

Bab 5 terdiri dari bagian kesimpulan dan saran

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisi semua rujukan untuk penulisan laporan tugas akhir

## DAFTAR PUSTAKA

- Aali Pant, Manoj Datta, dkk. *Bottom ash as a backfill material in reinforced soil structure*. Article. India.
- Abrianto Reki, Susil Budi, dkk. 2002. Studi Kolerasi Indeks Properties dan Batas Susut Terhadap Perilaku Mengembang Tanah. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, Vol.1 No.2. Universitas 17 Agustus 1945. Jakarta.
- Anonim (2008), *SNI 1964:2008 Cara Uji Berat Jenis*, Badan Standarisasi Nasional
- Anonim (2008), *SNI 1965:2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*, Badan Standarisasi Nasional
- Anonim (2008), *SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*, Badan Standarisasi Nasional
- Anonim (2008), *SNI 1967:2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*, Badan Standarisasi Nasional
- Anonim (2008), *SNI 1742:2008 Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*, Badan Standarisasi Nasional
- Anonim (2008), *SNI 3423:2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*, Badan Standarisasi Nasional
- C.Radhai Devi, S. Surendhar, dkk., April 2018. *Bottom Ash as an Additive Material for Stabilization of Expansive Soil*. *International Journal of Engineering and Techniques* Vol. 4.
- C. Rajakumar, T. Meenambal, 2015. *Experimental Study on Utilization of Bottom Ash to Stabilize Expansive Soil Subgrades*. *Internasional Journal of Chem Tech Research* Vol. 8:0997-1005.

- Frengky Alexander Silaban, Roesyanto. Kajian Efektifitas Semen dan Fly Ash dalam Stabilitas Tanah Lempung dengan Uji Triaxial CU dan Aplikasi Pada Stabilitas Lereng. Universitas Sumatera Utara.
- Hardiyatmo Christady H. 2010. Tanah Ekspansif, Permasalahan dan Penanganan. Penerbit Gadjaja Mada University Press Yogyakarta. Yogyakarta.
- Hardiyatmo Christady H. 2012. Mekanika Tanah 1, Edisi VI. Penerbit Gadjaja Mada University Press Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rama Indera, Enden Mina, dkk., 2016. Stabilitas Tanah dengan Menggunakan *Fly Ash* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sultan Ageng Tritayasa, Banten.
- Siregar, Daniel Stephanes, 2019. Stabilitas Tanah Lempung dengan Kapur Tohor (CaO) dan Bottom Ash Ditinjau dengan Uji Tekan Bebas dan Nilai California Bearing Ratio. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara
- Shreeja Kacker, Amit Kumar, July 2018. *Experimental Study of Change in Plasticity of Black Soil with a of Bottom Ash* Vol. 5.
- S.Saravanan, Sirigiri Manikanta, dkk, Februari 2017. *Effect of Bottom Ash on The Soil*, Vol 8. India.
- Tim Penyusun. 2019. Pedoman Tugas Akhir 2019. Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Yuda Purnama, Machfud Ridwan. Pengaruh Penambahan *Bottom Ash* pada Tanah Lempung Exspansif di Daerah Lakarsantri Surabaya Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal. Universitas Negeri Surabaya.