

# **TUGAS AKHIR**

## **SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS**



**MUHAMMAD AZZAM ALFARABI**

**03011181924005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

# **TUGAS AKHIR**

## **SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS**

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



**MUHAMMAD AZZAM ALFARABI  
03011181924005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN  
PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

**MUHAMMAD AZZAM ALFARABI**  
**03011181924005**

**Palembang, Februari 2023**  
**Diperiksa dan disetujui oleh,**  
**Dosen Pembimbing,**



**Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.**  
**NIP. 198605192019031007**

**Mengetahui/Menyetujui**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**



**Dr. M. Saifoma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Pada proses penyelesaian laporan ini, penulis mendapatkan bantuan dari banyak pihak dan pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terkait:

1. Kedua orang tua, ayuk, adik, atas dukungan doa, serta nasihat moril maupun materil yang diberikan.
2. Mendiang paman, Almarhum KM Aminullah yang telah menjadi mentor yang baik serta membimbing dan membantu selama saya menempuh pendidikan S1 di Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
5. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T. M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan ini.
8. Bapak Ir. Hanafiah, M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan ini.
9. Teman satu tim Nurhidayah Anggraeni dan Ridho Ramadhan yang telah kebersamai baik suka dan duka selama penyelesaian tugas akhir ini.
10. Teman-teman satu angkatan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya 2019 yang selalu memberikan semangat satu sama lain dalam penyelesaian tugas akhir.
11. Pihak PT OKI *Pulp and Paper* yang telah menyediakan material *lime mud*

dan *fly ash* yang berguna dalam penelitian tugas akhir ini.

12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membantu penulis dalam memberi saran dan masukan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberi manfaat dalam ilmu teknik sipil pada bidang material, struktur, dan lainnya.

Indralaya, Februari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
HALAMAN ABSTRAK.....	xiv
HALAMAN ABSTRACT .....	xv
HALAMAN RINGKASAN.....	xvi
HALAMAN SUMMARY.....	xvii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xviii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xx
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Batako.....	6
2.2. Semen <i>Portland</i> .....	7
2.3. <i>Fly Ash</i> .....	8
2.4. <i>Lime Mud</i> .....	10

2.5.	Air.....	11
2.6.	Pengujian <i>Fly Ash</i> dan <i>Lime mud</i> .....	12
2.6.1.	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	12
2.6.2.	<i>X-Ray Fluorescen (XRF)</i> .....	12
2.6.3.	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	13
2.7.	Pengujian Pada Batako.....	13
2.7.1.	Pengujian Tampak.....	14
2.7.2.	Pengukuran Benda Uji.....	14
2.7.3.	Penyerapan Air.....	14
2.7.4.	Pengujian Kuat tekan.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1.	Umum.....	17
3.2.	Studi Literatur.....	17
3.3.	Alur Penelitian.....	17
3.4.	Material Penyusun Beton Ringan.....	19
3.4.1.	<i>Cement (Semen)</i> .....	19
3.4.2.	<i>Fly Ash</i> .....	19
3.4.3.	<i>Lime Mud</i> .....	20
3.4.5.	Air.....	20
3.5.	Peralatan.....	20
3.5.1.	Neraca digital.....	20
3.5.2.	Cetakan.....	21
3.5.3.	<i>Mixer</i> .....	21
3.5.4.	<i>Compressive Testing Machine</i> .....	21
3.5.5.	Mesin <i>Press</i> .....	22
3.5.6.	Jangka Sorong.....	22
3.5.7.	Oven.....	23
3.5.8.	Penggaris Siku.....	23
3.6.	Tahapan Penelitian dan Pengujian.....	23
3.6.1.	Tahap I.....	24
3.6.2.	Tahap II.....	24

3.6.3. Tahap III.....	24
3.6.4. Tahap IV.....	25
3.6.5. Tahap V.....	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Analisa Saringan.....	28
4.1.1. <i>Lime Mud</i> .....	28
4.2. Kadar Air.....	29
4.2.1. <i>Lime Mud</i> .....	29
4.3. Berat Volume.....	30
4.3.1. <i>Lime Mud</i> .....	30
4.4. Kadar Lumpur.....	30
4.4.1. <i>Lime Mud</i> .....	30
4.5. Kadar Organik.....	31
4.5.1. <i>Lime Mud</i> .....	31
4.6. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	31
4.6.1. <i>Fly Ash</i> .....	31
4.6.2. <i>Lime Mud</i> .....	32
4.7. <i>X-ray Fluorescence (XRF)</i> .....	33
4.7.1. <i>Fly Ash</i> .....	33
4.7.2. <i>Lime Mud</i> .....	34
4.8. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	35
4.8.1. <i>Fly Ash</i> .....	35
4.8.2. <i>Lime Mud</i> .....	36
4.9. Pengujian Batako.....	37
4.9.1. Pengujian Tampak Batako Berlubang.....	37
4.9.2. Pengujian Ukuran Batako Berlubang.....	38
4.9.3. Pengujian Daya Serap Air.....	39
4.9.4. Pengujian Kuat Tekan.....	39
BAB 5 PENUTUP.....	43
5.1. Kesimpulan.....	43



5.2. Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
LAMPIRAN .....	47

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Grafik hubungan kuat tekan batu bata dengan campuran <i>bottom ash</i> , <i>fly ash</i> , dan semen (Naganathan dkk., 2015) .....	9
Gambar 2.2. Grafik pengaruh penggunaan rasio <i>lime mud</i> dengan <i>fly ash</i> terhadap kuat tekan (Li dkk., 2022).....	11
Gambar 2.3. SEM <i>fly ash</i> (Sutcu et al., 2019).....	13
Gambar 2.4. Grafik variasi kuat tekan batako: (a) Variasi kuat tekan dengan persentase <i>lime mud</i> ; (b) Variasi kuat tekan dengan persentase <i>lime mud</i> bercampur <i>fly ash</i> (10%) (Sarkar dkk., 2017).....	16
Gambar 3.1. Diagram alir.....	18
Gambar 3.2. Semen tipe I.....	19
Gambar 3.3. <i>Fly ash</i> .....	19
Gambar 3.4. <i>Lime mud</i> .....	20
Gambar 3.5. Neraca digital ketelitian 2 gram dan kapasitas 6 kg.....	20
Gambar 3.6. Cetakan: (a) mortar; (b) batako berlubang .....	21
Gambar 3.7. <i>Concrete mixer</i> .....	21
Gambar 3.8. <i>Compressive testing machine</i> .....	22
Gambar 3.9. Mesin press.....	22
Gambar 3.10. Jangka sorong.....	22
Gambar 3.11. Oven .....	23
Gambar 3.12. Penggaris siku .....	23
Gambar 4.1. Analisa saringan gradasi 1.....	28
Gambar 4.2. Foto sampel <i>lime mud</i> dibandingkan dengan <i>organic plate</i> .....	31
Gambar 4.3. <i>X-ray diffraction fly ash</i> .....	32
Gambar 4.4. <i>X-ray diffraction lime mud</i> .....	33
Gambar 4.5. SEM <i>fly ash</i> .....	36
Gambar 4.6. SEM <i>lime mud</i> .....	36
Gambar 4.7. Foto pengujian tampak batako berlubang .....	38

Gambar 4.8. Foto pengujian ukuran batako berlubang .....	38
Gambar 4.9. Foto pengujian daya serap air batako berlubang.....	39
Gambar 4.10. Grafik kuat tekan mortar .....	41

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Persyaratan ukuran batako .....	6
Tabel 2.2. Syarat-syarat fisis batako .....	6
Tabel 2.3. Pembagian kelas <i>fly ash</i> .....	9
Tabel 2.4. Komposisi kimia (%) <i>lime mud</i> dan <i>fly ash</i> .....	13
Tabel 2.5. Tabel pengujian penyerapan batako tanah liat dan lumpur kertas dengan proporsi campuran .....	15
Tabel 3.1. Komposisi campuran batako standar ASTM C-55 .....	25
Tabel 3.2. Perbandingan campuran <i>fly ash</i> , semen, <i>lime mud</i> , dan air .....	25
Tabel 4.1. Analisis saringan (ASTM C 136).....	28
Tabel 4.2. Kadar air <i>lime mud</i> (ASTM C 566) .....	29
Tabel 4.3. Berat volume <i>lime mud</i> (ASTM C 29).....	30
Tabel 4.4. Kadar lumpur <i>lime mud</i> (ASTM C33) .....	30
Tabel 4.5. Fasa kristal dan amorf <i>fly ash</i> berdasarkan aplikasi origin 2022 .....	32
Tabel 4.6. Fasa kristal <i>lime mud</i> berdasarkan origin 2022.....	32
Tabel 4.7. <i>X-ray Fluorescence fly ash</i> .....	34
Tabel 4.8. <i>X-ray fluorescence lime mud</i> .....	35
Tabel 4.9. Hasil pemeriksaan pengujian tampak batako sampel E.....	37
Tabel 4.10. Data rata-rata hasil pengukuran .....	38
Tabel 4.11. Kuat tekan mortar sampel batako.....	40
Tabel 4.12. Kuat tekan batako campuran <i>lime mud</i> dan <i>fly ash</i> sampel E.....	42
Tabel 4.13. Kuat tekan batako konvensional .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1. Lembar Asistensi Tugas Akhir .....	47
2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir .....	48
3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir .....	50
4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir .....	51

# SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS

Muhammad Azzam Alfarabi<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

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

E-mail: [azzamalfarabi27@gmail.com](mailto:azzamalfarabi27@gmail.com)

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

E-mail: [arieputrausman.unsri@gmail.com](mailto:arieputrausman.unsri@gmail.com)

## Abstrak

Kemajuan pembangunan yang dicanangkan manusia meningkat tiap tahunnya. Tingginya angka pembangunan di Inonesia menyebabkan tingginya kebutuhan terhadap material penyusul bangunan seperti batako. Batako tersusun dari material pasir, semen, dan air. Penggunaan semen yang berlebihan dapat meningkatkan emisi karbon ke lingkungan dan penggunaan pasir yang berlebihan dapat mengakibatkan banyaknya aktivitas penggalian pasir membuat penyempitan kawasan daratan. Dalam langkah meminimalisir penggunaan semen dan pasir, maka dilakukan penelitian pembuatan batako berbahan dasar dari limbah sisa pabrik PT Oki *Pulp and Paper*. Jenis limbah yang digunakan, yaitu *fly ash* sebagai substitusi semen dan *lime mud* sebagai pengganti agregat halus. Penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik batako berbahan dasar *fly ash* dan *lime mud*. Pengujian terhadap batako dilakukan pengujian tampak, ukuran, daya serap air, dan kuat tekan batako. Dilakukan pembuatan mortar dengan komposisi campuran yang telah direncanakan untuk mengetahui nilai kuat tekan maksimum dan didapatkan mortar sampel E dengan nilai kuat tekan rata-rata 2,43 MPa. Benda uji yang dibuat, yaitu batako berlubang dengan ukuran 36 x 8 x 15 cm dengan komposisi campuran mortar sampel E. Berdasarkan pengujian tampak, menunjukkan tampak fisik batako dalam kondisi ideal, pengujian ukuran didapatkan tidak melebihi 3,2 mm, pengujian daya serap didapatkan 27,13%, dan pengujian kuat tekan didapatkan nilai rata-ratanya 2,25 MPa.

Kata kunci: batako, *fly ash*, kuat tekan, *lime mud*

Palembang, Februari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,



**Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.**

NIP. 198605192019031007



# SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS

Muhammad Azzam Alfarabi<sup>1)</sup>, Arie Putra Usman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [azzamalfarabi27@gmail.com](mailto:azzamalfarabi27@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [arieputrausman.unsri@gmail.com](mailto:arieputrausman.unsri@gmail.com)

## Abstract

Development progress proclaimed by humans increases every year. The high rate of construction in Indonesia has led to a high demand for building follow-up materials such as bricks. Bricks are composed of sand, cement and water. The excessive use of cement can increase carbon emissions into the environment and the excessive use of sand can result in many sand excavation activities that narrow the land area. In a step to minimize the use of cement and sand, a research was carried out on making bricks made from the remaining waste from the PT Oki Pulp and Paper factory. The type of waste used is fly ash as a substitute for cement and lime mud as a substitute for fine aggregate. This study was to determine the physical and mechanical properties of bricks made from fly ash and lime mud. The brick bricks were tested for appearance, size, water absorption, and compressive strength of the bricks. Mortar was made with the planned composition of the mixture to determine the maximum compressive strength value and obtained mortar sample E with an average compressive strength value of 2,43 MPa. The test object made was hollow brick with a size of 36 x 8 x 15 cm with a mixture of mortar sample composition E. Based on the visible test, it showed the physical appearance of the brick in ideal conditions, the size test obtained did not exceed 3,2 mm, the absorption test obtained 27,13%, and the compressive strength test obtained an average value of 2,25 MPa.

Key Words: brick, compressive strength, fly ash, lime mud

Palembang, Februari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing,



**Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.**

NIP. 198605192019031007



## RINGKASAN

### SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATAKO DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH PABRIK KERTAS

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 24 Februari 2023

Muhammad Azzam Alfarabi; Dibimbing oleh Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi + 51 halaman, 26 gambar, 20 tabel

Kemajuan pembangunan yang dicanangkan manusia meningkat tiap tahunnya. Tingginya angka pembangunan di Inonesia menyebabkan tingginya kebutuhan terhadap material penyusul bangunan seperti batako. Batako tersusun dari material pasir, semen, dan air. Penggunaan semen yang berlebihan dapat meningkatkan emisi karbon ke lingkungan dan penggunaan pasir yang berlebihan dapat mengakibatkan banyaknya aktivitas penggalian pasir membuat penyempitan kawasan daratan. Dalam langkah meminimalisir penggunaan semen dan pasir, maka dilakukan penelitian pembuatan batako berbahan dasar dari limbah sisa pabrik PT Oki *Pulp and Paper*. Jenis limbah yang digunakan, yaitu *fly ash* sebagai substitusi semen dan *lime mud* sebagai pengganti agregat halus. Penelitian ini untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik batako berbahan dasar *fly ash* dan *lime mud*. Pengujian terhadap batako dilakukan pengujian tampak, ukuran, daya serap air, dan kuat tekan batako. Dilakukan pembuatan mortar dengan komposisi campuran yang telah direncanakan untuk mengetahui nilai kuat tekan maksimum dan didapatkan mortar sampel E dengan nilai kuat tekan rata-rata 2,43 MPa. Benda uji yang dibuat, yaitu batako berlubang dengan ukuran 36 x 8 x 15 cm dengan komposisi campuran mortar sampel E. Berdasarkan pengujian tampak, menunjukkan tampak fisik batako dalam kondisi ideal, pengujian ukuran didapatkan tidak melebihi 3,2 mm, pengujian daya serap didapatkan 27,13%, dan pengujian kuat tekan didapatkan nilai rata-ratanya 2,25 MPa.

**Kata kunci:** batako, *fly ash*, *lime mud*, kuat tekan



## SUMMARY

### PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BRICKS WITH THE UTILIZATION OF PAPER FACTORY WASTE

Scientific papers in form of Final Projects, February 24<sup>th</sup> 2023

Muhammad Azzam Alfarabi; Guided by Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xxi + 51 pages, 26 images, 20 tables

Development progress proclaimed by humans increases every year. The high rate of construction in Indonesia has led to a high demand for building follow-up materials such as bricks. Bricks are composed of sand, cement and water. The excessive use of cement can increase carbon emissions into the environment and the excessive use of sand can result in many sand excavation activities that narrow the land area. In a step to minimize the use of cement and sand, a research was carried out on making bricks made from the remaining waste from the PT Oki Pulp and Paper factory. The type of waste used is fly ash as a substitute for cement and lime mud as a substitute for fine aggregate. This study was to determine the physical and mechanical properties of bricks made from fly ash and lime mud. The brick bricks were tested for appearance, size, water absorption, and compressive strength of the bricks. Mortar was made with the planned composition of the mixture to determine the maximum compressive strength value and obtained mortar sample E with an average compressive strength value of 2,43 MPa. The test object made was hollow brick with a size of 36 x 8 x 15 cm with a mixture of mortar sample composition E. Based on the visible test, it showed the physical appearance of the brick in ideal conditions, the size test obtained did not exceed 3,2 mm, the absorption test obtained 27,13%, and the compressive strength test obtained an average value of 2,25 MPa.

**Key words** : brick, fly ash, lime mud, compressive strength

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

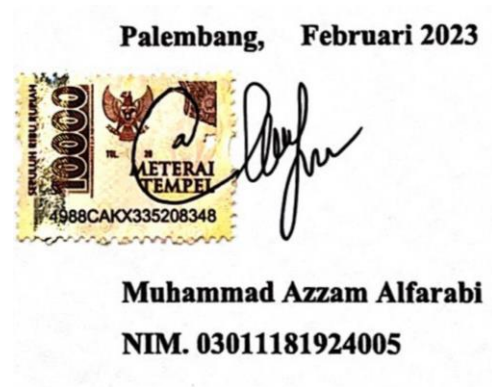
Nama : Muhammad Azzam Alfarabi

NIM : 03011181924005

Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Batako Dengan Pemanfaatan Limbah Pabrik  
Kertas

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir 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.




## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik Batako Dengan Pemanfaatan Limbah Pabrik Kertas” yang disusun oleh Muhammad Azzam Alfarabi, 03011181924005 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Februari 2023.


Palembang, 24 Februari 2023

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. (  )  
NIP. 198605192019031007

Dosen Penguji:

2. Dr. Ir. K. M. Aminuddin, S.T., M.T.,  
IPU., ASEAN. Eng. (  )  
NIP. 197203141999031006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Joni Arliansyah, M.T.  
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Azzam Alfarabi

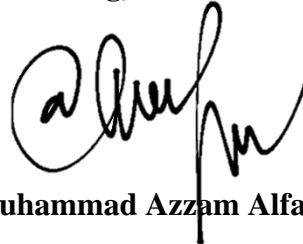
NIM : 03011181924005

Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Batako Dengan Pemanfaatan Limbah Pabrik  
Kertas

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 author*).

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

**Palembang, Februari 2023**



**Muhammad Azzam Alfarabi**

**NIM. 03011181924005**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

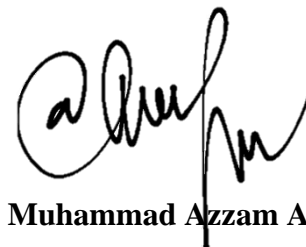
Nama Lengkap : Muhammad Azzam Alfarabi  
Tempat, Tanggal lahir : Palembang, 27 Desember 2001  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Status : Belum Menikah  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Nomor HP : 085342329524  
E-mail : azzamalfarabi27@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 1 Kelapa			SD	2007-2013
SMP Negeri 1 Kelapa			SMP	2013-2016
SMA Negeri 1 Kelapa		IPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**Muhammad Azzam Alfarabi**  
**NIM. 03011181924005**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan peradaban dalam modernitas umat manusia progresif dengan tingkat mobilitas dalam kehidupan sehingga manusia terus mengembangkan teknologi agar memudahkan setiap pekerjaan dan aktivitasnya. Teknologi yang berkembang membuat manusia membutuhkan tempat untuk menjalankan setiap aktivitas sehingga sangat dibutuhkan sokongan pembangunan. Pembangunan yang dicanangkan manusia tidak hanya pada rumah huni, melainkan gedung, dan sarana infrastruktur lainnya seperti jalan dan jembatan.

Batako merupakan bahan bangunan alternatif pengganti batu bata yang terbuat dari campuran semen, agregat dan air dengan komposisi tertentu serta banyak digunakan pada konstruksi dinding bangunan. Dari sekian banyak bahan bangunan yang digunakan dalam konstruksi bangunan, batako konvensional merupakan salah satu bahan utama yang banyak digunakan (Saminur dkk., 2020). Tingginya angka pembangunan di Indonesia menyebabkan tingginya kebutuhan terhadap material penyusun batako yang mengimplikasikan kepada besarnya biaya yang dibutuhkan. Selain itu, perkembangan zaman mengindikasikan berkembangnya kawasan industri mengakibatkan banyaknya kegiatan produksi terhadap suatu barang akan tetapi menyebabkan juga besarnya jumlah limbah yang dikeluarkan.

Dalam menghadapi kompleksitas tantangan di zaman ini, Perserikatan Bangsa-Bangsa disingkat PBB mendeklarasikan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada Sidang Umum PBB pada September 2015. SDGs mengakomodasi masalah-masalah pembangunan secara lebih komprehensif baik kualitatif (dengan mengakomodir isu pembangunan yang tidak ada dalam MDGs) maupun kuantitatif menargetkan penyelesaian tuntas terhadap setiap tujuan dan sasarnya (Panuluh dan Fitri, 2016).

Indikator ke-13 SDGs mengusung Penanganan Perubahan Iklim. Salah satu pergerakan yang dapat dilakukan dalam menangani perubahan iklim, yaitu dengan

mengolah segala bentuk limbah menjadi sesuatu hal yang dapat dimanfaatkan, salah satunya dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah dari pabrik kertas menjadi batako. Bentuk limbah yang dihasilkan dari industri pabrik kertas, seperti *lime mud* dan *fly ash*. Jenis limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan batako. Jadi, bahan yang digunakan untuk pembuatan batako dalam penelitian ini adalah *lime mud* dan *fly ash* dikumpulkan dari PT Oki *Pulp and paper*.

Dengan memanfaatkan limbah kertas menjadi batako merupakan salah satu langkah turut berkontribusi mengendalikan laju perubahan iklim. Penggunaan semen dalam jumlah yang besar mengakibatkan pelepasan gas karbon yang besar ke lingkungan. Apabila kegiatan ini terus dilakukan tanpa dikendalikan, mengakibatkan kerusakan lingkungan terutama polusi udara. Akibatnya, dalam jangka panjang menimbulkan masalah lingkungan lainnya.

Produksi daur ulang kertas selama periode yang sama adalah 47,3 juta ton, menghasilkan 7,7 juta ton limbah padat dan mewakili 16% dari total produksi bahan ini (Monte dkk., 2009). Inovasi yang dilakukan dengan memanfaatkan penggunaan *lime mud* dan *fly ash* dalam pembuatan batako dengan memanfaatkan limbah kertas dapat mengendalikan penggunaan jumlah semen dan agregat. Hal ini merupakan salah satu langkah yang efektif untuk mengurangi emisi karbon ke lingkungan akibat penggunaan dari semen. Para ahli yang berkecimpung dalam pengamatan tentang pemanasan global telah mendorong para ahli di bidang rekayasa konstruksi bangunan untuk mencari material alternatif pengganti semen.

*Fly ash* dapat dijadikan alternatif sebagai zat *pozzolan* bagi semen karena memiliki karakteristik yang hampir sama. Kita dapat melakukan substitusi terhadap semen dengan *fly ash*. Dengan demikian, kita dapat menggantikan atau mencampur semen dengan *fly ash*. Sama halnya dengan semen yang dapat dicampur dengan zat *pozzolan* yang memiliki karakteristik yang hampir sama, agregat halus juga dapat dilakukan hal yang serupa.

Produksi pasir dalam jumlah yang besar menyebabkan banyaknya aktivitas penggalian pasir yang digunakan oleh manusia. Penggalian pasir kerap kali dilakukan di daerah sungai, apabila terus dibiarkan akan menyebabkan perubahan pada daerah sungai dan buruknya akan mengakibatkan perluasan daerah sungai.

Agregat halus dapat diganti terhadap *lime mud* karena memiliki karakteristik yang hampir sama.

PT OKI *Pulp and paper* yang berlokasi di Kota Palembang, Sumatera Selatan merupakan perusahaan manufaktur bubur kertas dan kertas. Dalam proses produksinya tentu menghasilkan limbah kertas yang apabila dibuang begitu saja menyebabkan suplai limbah ke lingkungan. Maka, dari limbah yang dihasilkan akan dimanfaatkan menjadi produk berupa batako sebagai bentuk penggunaan kembali limbah.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dibutuhkan alternatif material pengisi batako dari limbah yang dihasilkan oleh PT OKI *Pulp and paper*, maka didapat rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh *fly ash* sebagai substitusi semen, *lime mud* sebagai pengganti agregat halus terhadap sifat fisik dan mekanik batako.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik batako berbahan dasar *fly ash* dan *lime mud* sebagai bahan penyusunnya.

## **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu mengenai analisis sifat fisik dan mekanik batako dengan bahan penyusun *fly ash* dan *lime mud* adalah sebagai berikut:

1. *Fly ash* dan *lime mud* yang digunakan dalam penelitian berasal dari limbah yang dihasilkan dari hasil samping proses perindustrian dari jenis bahan sisa di PT OKI *Pulp and paper*.
2. *Fly ash* digunakan sebagai substitusi semen dengan variasi terhadap semen adalah 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
3. *Lime mud* yang digunakan sebagai pengganti agregat halus.
4. Semen yang digunakan adalah semen tipe I.



5. Benda uji berupa batako berlubang dengan ukuran 36x8x15 cm.
6. Pengujian kuat tekan batako dilakukan pada umur 28 hari.
7. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian tampak, pengujian ukuran, pengujian penyerapan air, dan pengujian kuat tekan batako.
8. Pengujian mikrostruktur yang dilakukan menggunakan uji *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluoresence* (XRF), dan *scanning electron microscope* (SEM).
9. Pengujian mengacu pada standar ASTM (*American Standard Testing and Material*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia).

### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dilakukan dibagi dua bagian sebagai berikut:

#### 1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan secara langsung pada suatu objek penelitian. Data primer dalam penelitian ini didapatkan dengan melakukan percobaan, pengamatan dan pengujian secara langsung di laboratorium.

#### 2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui literatur review yang sudah ada. Pada penelitian ini digunakan data sekunder berupa studi pustaka seperti jurnal sebagai referensi yang berkaitan pembahasan penelitian.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan laporan tugas akhir sifat fisik dan mekanik batako dengan pemanfaatan limbah *pulp* dan *paper* yaitu meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, penutup dan daftar pustaka:

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan hasil kajian studi literatur yang dilakukan mengenai teori yang berkaitan dengan *fly ash* dan *lime mud*, batako, dan faktor pengaruh batako, dan juga pengujian terdahulu sebagai acuan dalam penelitian ini.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang material dan peralatan yang digunakan dalam penelitian, serta metodologi yang dilakukan dalam penelitian meliputi pengujian bahan penyusun batako, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dari pengujian. Hasil tersebut berupa pengolahan data dan pembahasan hasil pengujian material *fly ash* dan *lime mud* pengujian sifat fisik dan mekanik pada batako campuran *fly ash* dan *lime mud* meliputi pengujian tampak, pengujian ukuran, pengujian penyerapan air, dan pengujian kuat tekan batako.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Agency, U. S. E. P., Waste, I., & Services, C. (2013). *Beneficial Use of Waste Materials: State of the Practice 2012*. U. S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development.
- ASTM C150. *Standard specification for Portland cements*. American society for testing and materials. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2003.
- ASTM C311. *Standard test methods for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in Portland-cement concrete*. American society for testing and materials. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2002.
- ASTM C618. *Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete*. American society for testing and materials. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International; 2003.
- ASTM Standard C55. *Standard Specification for Concrete Building Brick*. ASTM International. PA: ASTM International; 2017.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (PUBI-1982) Pasal 11 tentang Pasir. Jakarta:BSN.
- Badan Standart Nasional. 1989. SNI 03-0348-1989 *Bata Beton Berlubang, Mutu, dan Cara Uji*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989 *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 2008. SNI 1970:2008 *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Cabral, F., Ribeiro, H. M., Hilário, L., Machado, L., & Vasconcelos, E. (2008). *Use of pulp mill inorganic wastes as alternative liming materials*. *Bioresource Technology*, 99(17), 8294–8298.
- Gendebien, A., Ferguson, R., Brink, J., Horth, H., Sullivan, M., & Davis, R. (2001). *Survey of wastes spread on land—Final report. Study contract B4-3040/99/110194/MAR/E3*. Luxembourg: European Commission

- Directorate General for Environment. ISBN 92-894-1732-3.
- Goel, G., Kalamdhad, A.S., 2017. *An investigation on use of paper mill sludge in brick manufacturing*. *Construct. Build. Mater.* 148, 334e343.
- Jia, Y., Hamberg, R., Qureshi, A., Mäkitalo, M., & Maurice, C. (2019). *Variation of green liquor dregs from different pulp and paper mills for use in mine waste remediation*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(30), 31284–31300.
- Khunton, S., Nilpairach, S., & Sangsuk, S. (2014). *Using lime mud waste from pulp mill as an additive in brick clay*. *Key Engineering Materials*, 608, 3–7.
- Li, Z., Yuan, H., Gao, F., Zhang, H., Ge, Z., Wang, K., Sun, R., Guan, Y., Ling, Y., & Jiang, N. (2022). A feasibility study of low cement content foamed concrete using high volume of waste lime mud and fly ash for road embankment. *Materials*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/ma15010086>.
- Monte, M.C., Fuente, E., Blanco, A., Negro, C., 2009. *Waste management from pulp and paper production in the European Union*. *Waste Manag.* 29, 293–308.
- Naganathan, S., Mohamed, A. Y. O., & Mustapha, K. N. (2015). Performance of bricks made using fly ash and bottom ash. *Construction and Building Materials*, 96, 576–580. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.068>.
- Neupane, K. (2016). “Fly ash and GGBFS based powder-activated geopolymer binders: A viable sustainable alternative of portland cement in concrete industry.” *Mechanics of Materials*, 103, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2016.09.012>.
- Novais, R. M., Carvalheiras, J., Senff, L., & Labrincha, J. A. (2018). *Upcycling unexplored dregs and biomass fly ash from the paper and pulp industry in the production of eco-friendly geopolymer mortars: A preliminary assessment*. *Construction and Building Materials*, 184, 464–472.
- Priyadarshini, M., Prakash, J., & Patnaik, M. (2021). Case Studies in Construction Materials Variability in the compressive strength of non-conventional bricks containing agro and industrial waste. *Case Studies in*

*Construction Materials*, 14, e00506.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00506>.

- Qin, J., Cui, C., Cui, X., Hussain, A., Yang, C., & Yang, S. (2015). Recycling of lime mud and fly ash for fabrication of anorthite ceramic at low sintering temperature. *Ceramics International*, 41(4), 5648–5655. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.12.149>.
- S, S. R., Ahmad, A., Mohammad, K., & Ali, A. M. (2020). *Reuse Of Paper Waste For Paper Brick Making-An Environmental Perspective Reuse Of Paper Waste For Paper Brick Making- An Environmental Perspective. January*.
- Saeli, M., Senff, L., Tobaldi, D. M., La Scalia, G., Seabra, M. P., & Labrincha, J. A. (2019). *Innovative recycling of lime slaker grits from paper-pulp industry reused as aggregate in ambient cured biomass fly ash-based geopolymers for sustainable construction material*. *Sustainability (Switzerland)*, 11(12), 1–15.
- Sarkar, R., Kurar, R., Gupta, A. K., Mudgal, A., & Gupta, V. (2017). *Use of paper mill waste for brick making*. *Cogent Engineering*, 4(1), 1405768.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Sutcu, M., Erdogmus, E., Gencel, O., Gholampour, A., Atan, E., & Ozbakkaloglu, T. (2019). Recycling of bottom ash and fly ash wastes in eco-friendly clay brick production. *Journal of Cleaner Production*, 233, 753–764. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.017>.