

**TUGAS AKHIR**

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT**  
**BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY***  
***ASH* DAN *CLAY***



**T. MUHAMMAD YUSUF**  
**03011381924091**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT**  
**BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY***  
***ASH* DAN *CLAY***

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



**T. MUHAMMAD YUSUF**  
**03011381924091**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

### SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY ASH* DAN *CLAY*

### TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**T. MUHAMMAD YUSUF**

**03011381924091**

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

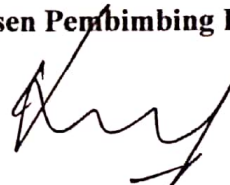
Dosen Pembimbing I,



**Dr. Rosidawani, S.T., M.T.**

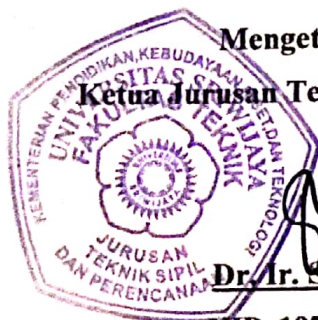
**NIP. 197605092000122001**

Dosen Pembimbing II.



**Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM**

**NIP. 195603141985031002**



Mengetahui/ Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan

**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.**

**NIP. 197610312002122001**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan dengan Bahan Campuran *Fly ash* dan *Clay*”.

Dalam menyusun penulisan laporan ini, penulis banyak dibantu dan dibimbing oleh berbagai pihak, karena hal tersebut penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir, maka penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Rosidawani, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak sekali bantuan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Dinar Dwi Anugerah P., MSPJ, selaku dosen pembimbing akademik.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Pihak dari PT. Bukit Asam yang telah memberikan bantuan berupa material *fly ash* guna untuk penelitian tugas akhir ini.
6. Teman-teman tim penelitian *fly ash* dan *clay* serta teman-teman angkatan 2019 dari jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, maka dari itu penulis berharap semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat dalam bidang teknik sipil dan perencanaan.

Palembang, Januari 2023



T. Muhammad Yusuf

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xi</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Beton Ringan .....	6
2.2. Agregat Ringan.....	8
2.3. Material Penyusun Agregat Buatan dengan Bahan Campuran <i>Fly ash</i> dan <i>Clay</i> .....	8
2.3.1 <i>Fly ash</i> .....	9
2.3.2 <i>Clay</i> .....	10
2.3.3 Air.....	10
2.4. Pengujian <i>Properties</i> Bahan .....	11
2.5. Teknik Pemanasan.....	11

2.6	Pengujian Benda Uji .....	11
2.6.1	Densitas .....	11
2.6.2	Penyerapan air .....	12
2.6.3	Kuat tekan agregat .....	12
2.6.4	Kuat Impak .....	13
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>14</b>
3.1.	Studi Literatur .....	14
3.2.	Alur Penelitian .....	14
3.3.	Bahan Penyusun Agregat Buatan .....	15
3.4.	Peralatan .....	17
3.5	Tahapan Penelitian dan Pengujian.....	21
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>27</b>
4.1	Hasil Pengujian.....	27
4.1.1	Sifat Fisik .....	27
4.1.2	Sifat Mekanik .....	31
4.2	Pengaruh Variasi Komposisi Agregat Buatan dengan Bahan Campuran <i>Fly ash</i> dan <i>Clay</i> .....	34
4.2.1	Pengaruh variasi komposisi terhadap sifat fisik agregat buatan .....	34
4.2.2	Pengaruh variasi komposisi terhadap sifat mekanik agregat buatan..	38
4.3	Pengaruh Rasio Air pada Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan dangan Campuran <i>Fly ash</i> dan <i>Clay</i> .....	43
4.3.1	Pengaruh rasio air terhadap sifat fisik agregat buatan .....	43
4.3.2	Pengaruh rasio air terhadap sifat mekanik agregat buatan .....	46
4.4	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya .....	49
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian.....	15
Gambar 3. 2 <i>Fly ash</i> .....	16
Gambar 3. 3 <i>Clay</i> .....	16
Gambar 3. 4 Saringan.....	17
Gambar 3. 5 Timbangan digital ketelitian 0,1 gram dan kapasitas 15 kg.....	17
Gambar 3. 6 Cetakan kubus.....	18
Gambar 3. 7 Cetakan silinder.....	18
Gambar 3. 8 <i>Hand mixer</i> .....	19
Gambar 3. 9 Alat uji kuat tekan.....	19
Gambar 3. 10 Alat uji kuat impak.....	20
Gambar 3. 11 Alat uji densitas.....	20
Gambar 3. 12 Tungku pembakaran.....	21
Gambar 3. 13 Termometer.....	21
Gambar 4. 1 Hasil uji densitas agregat buatan dengan bahan campuran <i>fly ash</i> dan <i>clay</i> .....	29
Gambar 4. 2 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan bahan campuran <i>fly ash</i> dan <i>clay</i> .....	30
Gambar 4. 3 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan bahan campuran <i>fly ash</i> dan <i>clay</i> .....	32
Gambar 4. 4 Hasil uji impak agregat buatan dengan bahan campuran <i>fly ash</i> dan <i>clay</i> .....	33
Gambar 4. 5 Hasil uji densitas benda uji dengan rasio air 32%.....	35
Gambar 4. 6 Hasil uji densitas benda uji dengan rasio air 34%.....	35
Gambar 4. 7 Hasil uji densitas benda uji dengan rasio air 36%.....	36
Gambar 4. 8 Hasil uji penyerapan air benda uji dengan rasio air 32%.....	37
Gambar 4. 9 Hasil uji penyerapan air benda uji dengan rasio air 34%.....	37
Gambar 4. 10 Hasil uji penyerapan air benda uji dengan rasio air 36%.....	38
Gambar 4. 11 Hasil uji kuat tekan benda uji dengan rasio air 32%.....	39
Gambar 4. 12 Hasil uji kuat tekan benda uji dengan rasio air 34%.....	40
Gambar 4. 13 Hasil uji kuat tekan benda uji dengan rasio air 36%.....	40
Gambar 4. 14 Hasil uji impak benda uji dengan rasio air 32%.....	41

Gambar 4. 15 Hasil uji impak benda uji dengan rasio air 34% .....	42
Gambar 4. 16 Hasil uji impak benda uji dengan rasio air 36% .....	42
Gambar 4. 17 Hasil uji densitas agregat buatan dengan rasio air berbeda.....	44
Gambar 4. 18 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan rasio air berbeda.	45
Gambar 4. 19 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan rasio air berbeda.....	47
Gambar 4. 20 Hasil uji kuat impak agregat buatan dengan rasio air berbeda.....	48



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2. 1 Jenis-jenis beton ringan berdasarkan berat beton, kuat tekan dan agregat penyusunnya .....	6
Tabel 2. 2 Kandungan kimia yang terdapat pada <i>fly ash</i> .....	9
Tabel 3. 1 Komposisi <i>mix design</i> .....	22
Tabel 3. 2 Hasil pengujian XRF bahan <i>fly ash</i> .....	23
Tabel 3. 3 Hasil pengujian XRF bahan <i>clay</i> .....	24
Tabel 3. 4 Matriks benda uji .....	25
Tabel 4. 1 Kode benda uji .....	27
Tabel 4. 2 Hasil pengujian densitas .....	28
Tabel 4. 3 Hasil pengujian penyerapan air .....	29
Tabel 4. 4 Hasil pengujian kuat tekan .....	31
Tabel 4. 5 Hasil pengujian kuat impak .....	32
Tabel 4. 6 Hasil uji densitas agregat buatan dengan rasio air 32% .....	34
Tabel 4. 7 Hasil uji densitas agregat buatan dengan rasio air 34% .....	35
Tabel 4. 8 Hasil uji densitas agregat buatan dengan rasio air 36% .....	36
Tabel 4. 9 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan rasio air 32% .....	36
Tabel 4. 10 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan rasio air 34% .....	37
Tabel 4. 11 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan rasio air 36% .....	38
Tabel 4. 12 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan rasio air 32% .....	39
Tabel 4. 13 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan rasio air 34% .....	39
Tabel 4. 14 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan rasio air 36% .....	40
Tabel 4. 15 Hasil uji impak agregat buatan dengan rasio air 32% .....	41
Tabel 4. 16 Hasil uji impak agregat buatan dengan rasio air 34% .....	41
Tabel 4. 17 Hasil uji impak agregat buatan dengan rasio air 36% .....	42
Tabel 4. 18 Hasil uji densitas agregat buatan dengan rasio air berbeda .....	43
Tabel 4. 19 Hasil uji penyerapan air agregat buatan dengan rasio air berbeda.....	45
Tabel 4. 20 Hasil uji kuat tekan agregat buatan dengan rasio air berbeda.....	46
Tabel 4. 21 Hasil uji kuat impak agregat buatan dengan rasio air berbeda .....	48
Tabel 4. 22 Perbandingan hasil penelitian dengan penelitian sebelumnya.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Grafik Analisis XRF Bahan <i>Fly Ash</i> .....	56
Lampiran 2 Grafik Analisis XRF Bahan <i>Clay</i> .....	57
Lampiran 3 Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	58
Lampiran 4 Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir.....	62
Lampiran 5 Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	64
Lampiran 6 Hasil Seminar Laporan Tugas Akhir.....	66

## RINGKASAN

### SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY ASH* DAN *CLAY*

Karya tulis ilmiah berupa tugas akhir, 24 Januari 2023

T. Muhammad Yusuf; dibimbing oleh Dr. Rosidawani, S.T., M.T., dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

xv+ 67 halaman, 33 gambar, 28 tabel, dan 6 lampiran

Material yang ringan pada konstruksi bangunan menjadi salah satu kebutuhan yang penting pada banyak jenis infrastruktur. Keistimewaan dari material yang ringan berpengaruh pada volume pekerjaan konstruksi baik dari segi biaya dan kebutuhan bahan. Selain itu, penggunaan material ringan juga sesuai dengan konsep bangunan tahan gempa. Pada bidang konstruksi, beton merupakan material yang memiliki potensi lebih banyak untuk dikembangkan menjadi material yang ringan dengan memodifikasi bahan baku maupun teknik pembuatannya. Salah satu usaha untuk memproduksi beton ringan adalah dengan menggunakan agregat buatan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan agregat buatan berbahan dasar *fly ash* dan *clay* dengan memvariasikan komposisi bahan serta rasio air terhadap material lain, dengan teknik *crushing* dan proses pengerasan dengan teknik pemanasan. Pada penelitian ini diperoleh agregat buatan dengan nilai densitas minimum yaitu agregat buatan dengan kode F80-CL20-Ca0-R3-P dengan nilai densitas sebesar 955,84 kg/m<sup>3</sup>. Agregat buatan dengan nilai porositas minimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R2-P dengan nilai porositas sebesar 57%. Agregat buatan dengan nilai kuat tekan maksimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R2-P dengan nilai kuat tekan sebesar 11,35 MPa. Agregat buatan dengan nilai impak minimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R1-P dengan nilai impak sebesar 38%.

**Kata kunci:** Beton Ringan, Agregat Ringan, *Fly Ash*, *Clay*

## SUMMARY

### *PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ARTIFICIAL AGGREGATES WITH A MIXTURE OF FLY ASH AND CLAY*

The thesis, 24 January 2023

T. Muhammad Yusuf: *guided by* Dr. Rosidawani, S.T., M.T., and Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPM.

*Majoring in Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University*

xv + 67 pages, 33 pictures, 28 tables, and 6 attachments

*Lightweight materials in building construction are an important requirement for many types of infrastructure. The advantages of lightweight materials affect the volume of construction work both in terms of cost and material requirements. In addition, the use of lightweight materials is also in accordance with the concept of earthquake resistant buildings. In the field of construction, concrete is a material that has more potential to be developed into a lightweight material by modifying its raw materials and manufacturing techniques. One effort to produce lightweight concrete is to use artificial aggregates. Therefore, in this research, the development of artificial aggregates made from fly ash and clay was carried out by varying the composition of the materials and the ratio of water to other materials, using crushing techniques and hardening processes using heating techniques. In this study, artificial aggregates with a minimum density value were obtained, namely artificial aggregates with the code F80-CL20-Ca0-R3-P with a density value of 955.84 kg/m<sup>3</sup>. Artificial aggregates with a minimum porosity value are artificial aggregates with code F60-CL40-Ca0-R2-P with a porosity value of 57%. The artificial aggregate with the maximum compressive strength value is the artificial aggregate with the code F60-CL40-Ca0-R2-P with a compressive strength value of 11.35 MPa. Artificial aggregates with a minimum impact value are artificial aggregates with code F60-CL40-Ca0-R1-P with an impact value of 38%.*

**Keywords:** *Lightweight Concrete, Lightweight Aggregate, Fly Ash, Clay*

# SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY ASH* DAN *CLAY*

T. Muhammad Yusuf<sup>1)</sup>, Rosidawani<sup>2)</sup>, dan Hanafiah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [tengkumuhammadyusuf22@gmail.com](mailto:tengkumuhammadyusuf22@gmail.com)

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

<sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [hanafiah@gmail.com](mailto:hanafiah@gmail.com)

## Abstrak

Material yang ringan pada konstruksi bangunan menjadi salah satu kebutuhan yang penting pada banyak jenis infrastruktur. Keistimewaan dari material yang ringan berpengaruh pada volume pekerjaan konstruksi baik dari segi biaya dan kebutuhan bahan. Selain itu, penggunaan material ringan juga sesuai dengan konsep bangunan tahan gempa. Pada bidang konstruksi, beton merupakan material yang memiliki potensi lebih banyak untuk dikembangkan menjadi material yang ringan dengan memodifikasi bahan baku maupun teknik pembuatannya. Salah satu usaha untuk memproduksi beton ringan adalah dengan menggunakan agregat buatan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan agregat buatan berbahan dasar *fly ash* dan *clay* dengan memvariasikan komposisi bahan serta rasio air terhadap material lain, dengan teknik *crushing* dan proses pengerasan dengan teknik pemanasan. Pada penelitian ini diperoleh agregat buatan dengan nilai densitas minimum yaitu agregat buatan dengan kode F80-CL20-Ca0-R3-P dengan nilai densitas sebesar 955,84 kg/m<sup>3</sup>. Agregat buatan dengan nilai porositas minimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R2-P dengan nilai porositas sebesar 57%. Agregat buatan dengan nilai kuat tekan maksimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R2-P dengan nilai kuat tekan sebesar 11,35 MPa. Agregat buatan dengan nilai dampak minimum yaitu agregat buatan dengan kode F60-CL40-Ca0-R1-P dengan nilai dampak sebesar 38%.

**Kata kunci:** Beton Ringan, Agregat Ringan, *Fly Ash*, *Clay*

Dosen Pembimbing I,

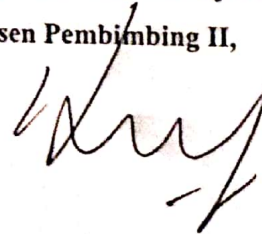


Dr. Rosidawani, S.T., M.T.  
NIP. 197605092000122001

Palembang, Januari 2023

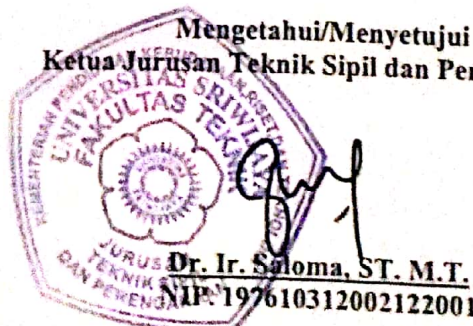
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing II,



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

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

# SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN DENGAN BAHAN CAMPURAN *FLY ASH* DAN *CLAY*

T. Muhammad Yusuf<sup>1)</sup>, Rosidawani<sup>2)</sup>, dan Hanafiah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [tengkumuhmadyusuf22@gmail.com](mailto:tengkumuhmadyusuf22@gmail.com)

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

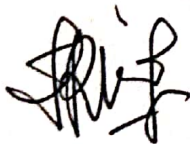
<sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [hanafiah@gmail.com](mailto:hanafiah@gmail.com)

## Abstract

Lightweight materials in building construction are an important requirement for many types of infrastructure. The advantages of lightweight materials affect the volume of construction work both in terms of cost and material requirements. In addition, the use of lightweight materials is also in accordance with the concept of earthquake resistant buildings. In the field of construction, concrete is a material that has more potential to be developed into a lightweight material by modifying its raw materials and manufacturing techniques. One effort to produce lightweight concrete is to use artificial aggregates. Therefore, in this research, the development of artificial aggregates made from fly ash and clay was carried out by varying the composition of the materials and the ratio of water to other materials, using crushing techniques and hardening processes using heating techniques. In this study, artificial aggregates with a minimum density value were obtained, namely artificial aggregates with the code F80-CL20-Ca0-R3-P with a density value of 955.84 kg/m<sup>3</sup>. Artificial aggregates with a minimum porosity value are artificial aggregates with code F60-CL40-Ca0-R2-P with a porosity value of 57%. The artificial aggregate with the maximum compressive strength value is the artificial aggregate with the code F60-CL40-Ca0-R2-P with a compressive strength value of 11.35 MPa. Artificial aggregates with a minimum impact value are artificial aggregates with code F60-CL40-Ca0-R1-P with an impact value of 38%.

*Keywords: Lightweight Concrete, Lightweight Aggregate, Fly Ash, Clay*

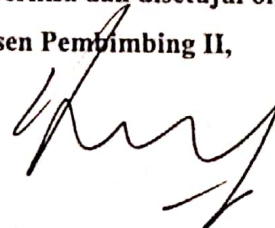
Dosen Pembimbing I,



Dr. Rosidawani, S.T., M.T.  
NIP. 197605092000122001

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



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



Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,

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

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : T. Muhammad Yusuf  
Nim : 03011381924091  
Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan dengan Bahan Campuran  
*Fly ash dan Clay*

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.



Palembang, Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



**T. MUHAMMAD YUSUF**

**NIM. 03011381924091**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan dengan Bahan Campuran *Fly ash* dan *Clay*” yang disusun oleh T. Muhammad Yusuf, NIM. 03011381924091 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Januari 2023.

Palembang, 24 Januari 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing 1:

1. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.,  
NIP. 197605092000122001

(  )

Dosen Pembimbing 2:

2. Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM,  
NIP. 195603141985031002

(  )

Dosen Penguji :

3. Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, M.Sc.,  
NIP. 196009091988111001

(  )

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., IPM  
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
dan Perencanaan,



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



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : T. Muhammad Yusuf  
NIM : 03011381924091  
Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan dengan Bahan Campuran  
*Fly ash dan Clay*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan 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, Januari 2023**



**T. Muhammad Yusuf**

**03011381924091**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : T. Muhammad Yusuf  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 Juni 2001  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Nomor HP : 085762559139  
E-mail : tengkumuhammadyusuf22@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Masa</b>
SD MUHAMMADIYAH 31 MEDAN	-	-	SD	2007-2013
SMP ISLAM AL- ULUM TERPADU MEDAN	-	-	SMP	2013-2016
SMA NEGERI 5 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



**T. Muhammad Yusuf**

NIM. 03011381924091

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Material yang ringan pada konstruksi bangunan menjadi salah satu kebutuhan yang penting pada banyak jenis infrastruktur. Keistimewaan dari material yang ringan berpengaruh pada volume pekerjaan konstruksi baik dari segi biaya dan kebutuhan bahan. Selain itu, penggunaan material ringan juga sesuai dengan konsep bangunan tahan gempa. Beton merupakan material yang memiliki potensi lebih banyak untuk dikembangkan menjadi material yang ringan dengan memodifikasi bahan baku maupun teknik pembuatannya. Beton ringan memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton normal dengan nilai densitasnya berkisar antara 1450 sd. 1850 kg/m<sup>3</sup> (90 sd. 115 lb/ft<sup>3</sup>) (Neville, A. M. 2010).

Salah satu usaha untuk memproduksi beton ringan adalah dengan menggunakan agregat ringan. Hal ini disebabkan karena persentase tertinggi dari komposisi bahan penyusun beton sebesar 60-70% adalah agregat alam (M. S. Nadesan dan P. Dinakar, 2017). Berdasarkan ASTM C 127, berat jenis dari agregat alam sebesar 2500-2800 kg/m<sup>3</sup>. Agregat ringan atau *lightweight aggregate* merupakan agregat dengan nilai densitas yang lebih rendah dari agregat alam yang biasa digunakan sebagai bahan penyusun beton. Menurut SNI 03-2461-2002, agregat ringan memiliki nilai densitas yang tidak lebih dari 1040 kg/m<sup>3</sup>.

Untuk memproduksi beton ringan dapat dilakukan dengan menggunakan agregat buatan (*artificial aggregate*). Pengembangan agregat buatan pada level penelitian sudah cukup banyak dilakukan (S. Feng dan Y. Li, 2021; K. George dan P. Revathi, 2020; Y. Ren, dkk., 2020; S. Subasi, 2009). Umumnya bahan baku yang digunakan dalam penelitian tentang agregat buatan menggunakan bahan limbah *fly ash*, batu kapur, gypsum, dan *clay*. Penelitian mengenai agregat buatan dengan bahan *fly ash* salah satunya dilakukan oleh A. C. Purnama dan J. J. Ekaputri (2021). Kemudian penelitian mengenai agregat buatan dengan bahan dasar *clay* salah satunya dilakukan oleh S. Punlert (2017). Pada prinsipnya bahan baku tersebut harus bersifat pozzolanik sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan agregat buatan, dikarenakan mampu mengeras dan dapat digunakan sebagai bahan pengikat.

Namun demikian, sifat pozzolanik yang dimiliki *fly ash* tidak dapat secara langsung digunakan dalam pembuatan agregat buatan. Ada beberapa faktor yang diperlukan dalam memproduksi agregat buatan. Menurut Abishek, dkk. (2020), dalam pembuatan agregat, banyak faktor yang menentukan meliputi persentase komposisi campuran, karakteristik bahan *fly ash* itu sendiri, komposisi bahan campuran lain misalnya bahan kapur, semen, bahan kimia dan tambahan bahan lain. Selain hal di atas, metode pembuatan, dimensi dan variasi agregat buatan, perawatan serta alat yang digunakan dalam proses pembuatan.

Selain *fly ash*, bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *clay*. *Clay* juga mempunyai potensi yang cukup besar dan juga memiliki sifat pozzolanik seperti *fly ash*. Sifat pozzolanik yang dimiliki *clay*, jika dikembangkan, juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan agregat. Selain bahan baku penyusun agregat buatan, teknik pembuatan dan proses pengerasan juga menentukan karakteristik agregat buatan. Adapun teknik pembuatan agregat diantaranya dengan teknik *pelletizing* dan *crushing*. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Sedangkan teknik pengerasan terdiri dari teknik pemanasan, *cold bonding* (dengan proses pendinginan), dan *autoclaved* (dengan penggunaan suhu dan tekanan). Metode ini pun memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Upaya untuk mendapatkan agregat ringan yang memenuhi persyaratan pasti dipengaruhi oleh banyak hal terkait dengan bahan penyusun, komposisi, teknik pembuatan dan teknik pengerasan. Sehingga hal ini membutuhkan eksplorasi yang banyak.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengembangan agregat buatan berbahan dasar *fly ash* dan *clay* dengan memvariasikan komposisi bahan serta rasio air terhadap material lain, dengan teknik *crushing* dan tahap pengerasan dengan teknik pemanasan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*?

2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi pada sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*?
3. Bagaimana pengaruh rasio air pada sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*.
2. Menganalisis pengaruh variasi komposisi pada sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*.
3. Menganalisis pengaruh rasio air pada sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*.

### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay* adalah sebagai berikut:

1. *Fly ash* yang menjadi bahan agregat buatan dalam penelitian merupakan limbah hasil sisa pembakaran batubara dari PT. Bukit Asam.
2. Tanah lempung atau *clay* yang menjadi bahan agregat buatan dalam penelitian merupakan bahan baku pada pembuatan batu bata.
3. Variasi komposisi *fly ash* dan *clay* yang digunakan pada penelitian ini adalah 60:40, 70:30 dan 80:20 serta rasio air terhadap bahan lainnya yang digunakan yaitu 32%, 34% dan 36%.
4. Benda uji yang digunakan untuk pengujian berbentuk kubus dengan panjang sisi 5 cm dan silinder yang berdiameter  $\pm 7,5$  cm dan tinggi 5 cm.
5. Pengujian agregat dilakukan pada benda uji berumur 28 hari.
6. Proses pengerasan menggunakan teknik pemanasan dilakukan dengan menggunakan tungku pembakaran.
7. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian kuat tekan beton, uji densitas, uji penyerapan air dan uji kekuatan impak.

8. Pengujian sifat fisik dan mekanik agregat buatan mengacu pada Standar Nasional Indonesia atau SNI dan *British Standard* atau BS.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini, metodologi penelitian yang digunakan yaitu metode pengujian eksperimental di laboratorium. Metodologi penelitian merupakan serangkaian metode ilmiah yang bertujuan untuk mendapatkan data dengan tujuan dan maksud tertentu. Penelitian dilakukan dengan membuat agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay* untuk mengetahui sifat fisik dan mekaniknya.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, penutup dan daftar pustaka:

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada pendahuluan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan hasil kajian studi literatur yang dilakukan mengenai teori yang berkaitan dengan beton ringan, agregat ringan, material penyusun agregat buatan, pengujian bahan, teknik pemanasan dan pengujian benda uji.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian berisi tentang material dan peralatan yang digunakan dalam penelitian, serta tahapan yang dilakukan dalam penelitian.

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan mengenai sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*, pengaruh variasi komposisi serta pengaruh variasi rasio air terhadap sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*,

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini terdapat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dan pembahasan

sifat fisik dan mekanik agregat buatan dengan bahan campuran *fly ash* dan *clay*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Abhishek, P. B., Dinu, S., Manya, C. K., Sruthi, S. V., & Abin, J. (2020). *Production of Pelletized Fly ash Aggregates by Geopolymerisation. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 17(3), 56–64.
- ASTM C127. (2007). *Standard Test Method for Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C 331-81. (2005). *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units*. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C330-82a. (2005). *Specification for lightweight aggregates for structural concrete*. American Society for Testing and Materials International, USA.
- BS 812-Part 112. (1990). *Testing aggregates Method for determination of aggregate impact value (AIV)*. British Standard.
- Feng, S. dan Li, Y. (2021). *Study on coal fly ash classified by bulk density*. Journal of Physics Conference Series 1732(1):012127.
- George, K. dan Revathi, P. (2020). *Production and Utilisation of Artificial Coarse Aggregate in Concrete - a Review*. Jurnal IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- M Das, Braja. (1993). *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga. Bab 1 Tanah dan Batuan hal 23 - 24. Jakarta.
- Nadesan, M. S. dan Dinakar, P. (2017). *Mix design and properties of fly ash waste lightweight aggregates in structural lightweight concrete*. School of Infrastructure, Indian Institute of Technology, Bhubaneswar, India.
- Neny Purnawirati, I. G. A., dan Moi, F. (2021). *Penggunaan Variasi Abu Terbang dan Superplasticizer Dalam Pembuatan Beton Ringan Struktur*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari, Jambi.
- Neville, A. M. (2010). *Properties of Concrete*. The English Language Book Society and Pitman Publishing, England.
- Prawito, E. (2010). *Analisis Perbandingan Berat Jenis dan Kuat Tekan antara Beton Ringan dan Beton Normal dengan Mutu Beton 200*. Skripsi, Fakultas Teknik, USU, Medan.



- Punlert, S., Laoratanakul, P., Kongdee, R., Suntako, R. (2017). *Effect of Lightweight Aggregates Prepared from Fly ash on Lightweight Concrete Performances*. National Metal and Materials Technology Center, Thailand.
- Purnama, A. C. Dan Ekaputri, J. J. (2021). *Penggunaan Fly Ash sebagai Agregat Buatan Pengganti Agregat Alami pada Campuran Beton*. Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- SNI 03-1974-2011. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2461-2002. (2002). *Spesifikasi agregat ringan untuk beton ringan struktural*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-3449-2002. (2002). *Tata cara perancangan campuran beton ringan dengan agregat ringan*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1969-2008. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Ren, Y., Ren, Q., Huo, Z., Wu, X., Zheng, J., & Hai, O. (2020). *Preparation of glass shell fly ash-clay based lightweight aggregate with low water absorption by using sodium carbonate solution as binder*. Materials Chemistry and Physics, School of Materials Science and Engineering, Shaanxi Key Laboratory of Green Preparation and Functionalization for Inorganic Materials, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an. People's Republic of China.
- Subasi, S. (2009). *The effects of using fly ash on high strength lightweight concrete produced with expanded clay aggregate*. Düzce University. Turkey.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.