

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JENIS METODE PERAWATAN
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT
BUATAN BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN
BENTONITE DAN KAPUR SEBAGAI BINDER**



MICHAEL

03011381924084

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

2023

TUGAS AKHIR

PENGARUH JENIS METODE PERAWATAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN *BENTONITE* DAN KAPUR SEBAGAI BINDER

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



MICHAEL

03011381924084

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH JENIS METODE PERAWATAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN BERBAHAN DASAR *FLY* *ASH* DENGAN *BENTONITE* DAN KAPUR SEBAGAI BINDER

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

MICHAEL

03011381924084

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc

NIP. 195812111987031002

Mengetahui/ Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 196107031991021001

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Jenis Metode Perawatan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan Berbahan Dasar Fly Ash dengan Bentonite dan Kapur sebagai Binder”.

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

1. Bapak Ir. H.Yakni Idris, M.Sc, sebagai dosen pembimbing tugas akhir yang memberikan bimbingan dan banyak sekali bantuan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T.,M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Pihak dari PT. Bukit Asam dan yang telah memberikan bantuan dan menyediakan berupa material *Fly Ash* guna untuk penelitian tugas akhir ini.
4. Teman-teman tim penelitian *Fly Ash* dan *Bentonite* 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 proposal laporan tugas akhir ini, maka dari itu penulis menerima segala bentuk kritik, saran dan pendapat agar dalam penulisan laporan kedepannya akan lebih baik lagi serta dapat menjadi manfaat bagi para pembaca.

Palembang, Januari 2023

Penulis



Michael

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
HALAMAN RINGKASAN.....	x
HALAMAN SUMMARY	xi
PERNYATAAN INTEGRITAS	xii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xiii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xv
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. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Agregat Buatan.....	6
2.2. Bahan Penyusun Agregat Buatan.....	6
2.2.1. <i>Fly Ash</i>	6
2.2.2. <i>Bentonite</i>	8
2.2.3. Batu Kapur (<i>Limestone</i>)	9
2.2.4. Air	10
2.3. Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	11
2.4. Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	13
2.5. Pengujian <i>Properties</i> Bahan.....	13
2.5.1. X-Ray Fluorescen (XRF).....	13
2.5.2. Pengujian <i>Bentonite</i> (Na).....	14
2.6. Pengujian Agregat.....	14

2.6.1. Kuat Tekan Agregat.....	14
2.6.2. Uji Impak	15
2.6.3. Berat Jenis Agregat (<i>Density</i>)	15
2.6.4. Uji Penyerapan Air.....	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Studi Literatur	17
3.2. Alur Penelitian	17
3.3. Bahan Penyusun Agregat Buatan.....	19
3.4. Peralatan.....	21
3.5. Tahap Penelitian dan Pengujian	25
3.5.1 Tahap I (Studi Literatur)	25
3.5.2 Tahap II (Persiapan Bahan Serta Penentuan Komposisi dan Variabel)	25
3.5.3 Tahap III (Pengujian <i>Properties</i> Bahan)	27
3.5.4 Tahap IV (Pembuatan Benda Uji).....	27
3.5.5 Tahap V (Perawatan).....	27
3.5.6 Tahap VI (Pengujian).....	28
3.5.7 Tahap VII (Analisis).....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Hasil Pengujian	29
4.1.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Buatan.....	30
4.1.2. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Agregat Buatan	34
4.2. Perbandingan Hasil Pengujian Antara Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	38
4.2.1. Perbandingan Pengujian Sifat Fisik Agregat Buatan	38
4.2.2. Perbandingan Pengujian Sifat Mekanik Agregat Buatan.....	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 <i>Fly Ash</i>	7
Gambar 2.2 <i>Bentonite</i> (Na)	9
Gambar 2.3 Batu Kapur	10
Gambar 2.4 Air	11
Gambar 2.5 Alat <i>Autoclaved</i>	12
Gambar 3.1 Alur Penelitian	18
Gambar 3.2 <i>Fly Ash</i>	19
Gambar 3.3 <i>Bentonite</i> (Na)	20
Gambar 3.4 Batu Kapur	20
Gambar 3.5 Air	21
Gambar 3.6 Timbangan Digital	22
Gambar 3.7 Cetakan Kubus (5x5x5 cm).....	22
Gambar 3.8 Cetakan Silinder	23
Gambar 3.9 <i>Mixer</i>	23
Gambar 3.10 Alat Uji Tekan.....	24
Gambar 3.11 Alat Uji Impak	24
Gambar 3.12 Alat <i>Autoclaved</i>	25
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	31
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	31
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	33
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i> ..	33
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	34
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	35
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Impak dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	36
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Impak dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	37
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Densitas dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	39
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	40
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	41

Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Impak dengan Metode Perawatan *Cold Bonding* dan *Autoclaved*.....42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan kimiawi <i>Fly Ash</i> tipe F.....	7
Tabel 2.2 Hasil Pengujian <i>Bentonite</i>	8
Tabel 2.3 Komposisi <i>Fly Ash</i> hasil uji XRF	13
Tabel 2.4 Hasil Pengujian <i>Bentonite</i>	14
Tabel 3.1 Jenis Perawatan Benda Uji.....	26
Tabel 3.2 Komposisi Campuran Benda Uji	26
Tabel 3.3 Hasil Pengujian <i>Bentonite</i>	27
Tabel 3.4 Matriks Benda Uji.....	28
Tabel 4.1 Kode Benda Uji	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	30
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	31
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	32
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	33
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	34
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	35
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Impak dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i>	36
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Impak dengan Metode Perawatan <i>Autoclaved</i>	37
Tabel 4. 10 Perbandingan Pengujian Berat Jenis dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	38
Tabel 4.11 Perbandingan Pengujian Penyerapan Air dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	40
Tabel 4.12 Perbandingan Kuat Tekan dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	41
Tabel 4.13 Perbandingan Pengujian Impak dengan Metode Perawatan <i>Cold Bonding</i> dan <i>Autoclaved</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Hasil pengujian XRF material <i>Fly Ash</i>	
Hasil pengujian XRF material <i>Bentonite</i>	
Hasil seminar siding sarjana/ujian tugas akhir.....	

RINGKASAN

PENGARUH JENIS METODE PERAWATAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN *BENTONITE* DAN KAPUR SEBAGAI BINDER

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 4 Januari 2023

Michael; Dibimbing oleh Ir. H. Yakni Idris, M.Sc

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvi + 50 halaman, 29 gambar, 21 tabel, 3 lampiran

Penggunaan material beton memiliki kelebihan yang efektif dan efisien dalam pelaksanaannya, penggunaan beton suatu saat akan menimbulkan kelangkaan terhadap material penyusunnya. Oleh karena itu, upaya untuk mencari alternatif bahan pengganti sudah mulai dilakukan. Salah satunya pengembangan agregat buatan berbahan dasar *Fly Ash*. *Fly Ash* bersifat tidak mampu mengikat beton seperti semen, tetapi dengan campuran air dan partikel berukuran halus, ditambah *oksida silica* yang ada di dalam *Fly Ash* dan melalui proses kimiawi dengan kalsium hidroksida akibat proses hidrasi semen, serta diberi perawatan akan menghasilkan zat dengan kemampuan sebagai pengikat. Sehingga pada penelitian ini digunakan material berupa *Fly Ash*, *Bentonite*, Kapur, Air, dan metode perawatan yaitu *Autoclaved* dan *Cold Bonding*. Sehingga benda uji yang telah diuji mendapatkan hasil sebagai berikut: campuran dengan metode perawatan terbaik adalah metode perawatan *Cold Bonding* dengan nilai kuat tekan tertinggi 13 MPa, nilai impak terkecil 38%, nilai densitas terkecil 919 kg/m³, nilai penyerapan air terkecil 35%. Sedangkan campuran dengan metode perawatan *Autoclaved* mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi 8 MPa, nilai impak terkecil 34%, nilai densitas terkecil 945 kg/m³, dan nilai penyerapan air terkecil 33%.

Kata Kunci: Agregat, Buatan, Metode perawatan, *Autoclaved*, *Cold Bonding*

SUMMARY

THE EFFECT OF TREATMENT METHODS ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FLY ASH-BASED AGGREGATES WITH BENTONITE AND LIME AS BINDER

Scientific papers in form of Final Project, January 4th 2023

Michael; Guide by Advisor Ir. H. Yakni Idris, M.Sc

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvi + 50 pages, 29 images, 21 table, 3 attachment

The use of concrete material has the advantages of being effective and efficient in its implementation, the use of concrete will one day lead to a scarcity of its constituent materials. Therefore, efforts to find alternative materials have been started. One of them is the development of artificial aggregates based on Fly Ash. Fly Ash is not able to bind concrete like cement, but with a mixture of water and fine-sized particles, plus silica oxide in Fly Ash and through a chemical process with calcium hydroxide due to the cement hydration process, and given treatment it will produce a substance with the ability to bind . So in this study used materials such as Fly Ash, Bentonite, Lime, Water, and treatment methods, namely Autoclaved and Cold Bonding. So that the test objects that have been tested get the following results: the mixture with the best curing method is the Cold Bonding treatment method with the highest compressive strength value of 13 MPa, the smallest impact value is 38%, the smallest density value is 919 kg/m³, the smallest water absorption value is 35%. While the mixture with the Autoclaved treatment method obtained the highest compressive strength value of 8 MPa, the smallest impact value of 34%, the smallest density value of 945 kg/m³, and the smallest water absorption value of 33%.

Keywords: *Artificial, Aggregates, Treatment Methods, Autoclaved, Cold Bonding*

PENGARUH JENIS METODE PERAWATAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK AGREGAT BUATAN BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DENGAN *BENTONITE* DAN KAPUR SEBAGAI BINDER

Michael¹⁾, Yakni Idris²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: michaelhuang1531@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: yakni.idris@gmail.com

Abstrak

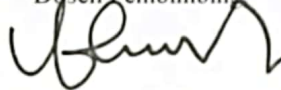
Penggunaan material beton memiliki kelebihan yang efektif dan efisien dalam pelaksanaannya, penggunaan beton suatu saat akan menimbulkan kelangkaan terhadap material penyusunnya. Oleh karena itu, upaya untuk mencari alternatif bahan pengganti sudah mulai dilakukan. Salah satunya pengembangan agregat buatan berbahan dasar *Fly Ash*. *Fly Ash* bersifat tidak mampu mengikat beton seperti semen, tetapi dengan campuran air dan partikel berukuran halus, ditambah *oksida silica* yang ada di dalam *Fly Ash* dan melalui proses kimiawi dengan kalsium hidroksida akibat proses hidrasi semen, serta diberi perawatan akan menghasilkan zat dengan kemampuan sebagai pengikat. Sehingga pada penelitian ini digunakan material berupa *Fly Ash*, *Bentonite*, Kapur, Air, dan metode perawatan yaitu *Autoclaved* dan *Cold Bonding*. Sehingga benda uji yang telah diuji mendapatkan hasil sebagai berikut: campuran dengan metode perawatan terbaik adalah metode perawatan *Cold Bonding* dengan nilai kuat tekan tertinggi 13 MPa, nilai impak terkecil 38%, nilai densitas terkecil 919 kg/m³, nilai porositas terkecil 35%. Sedangkan campuran dengan metode perawatan *Autoclaved* mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi 8 MPa, nilai impak terkecil 34%, nilai densitas terkecil 945 kg/m³, dan nilai porositas terkecil 33%.

Kata Kunci: Agregat, Buatan, Metode perawatan, *Autoclaved*, *Cold Bonding*

Palembang, Januari 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing

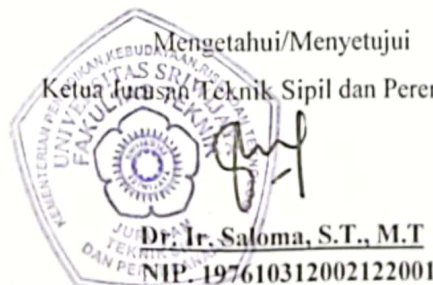


Ir. H. Yakni Idris, M.Sc

NIP. 195812111987031002

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Michael
Nim : 03011381924084
Judul : Pengaruh Jenis Metode Perawatan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan *Bentonite* dan Kapur sebagai Binder

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,



MICHAEL

NIM. 03011381924084

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Jenis Metode Perawatan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan *Bentonite* dan Kapur sebagai Binder” yang disusun oleh Michael, NIM. 03011381924084 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 04 Januari 2023.

Palembang, 04 Januari 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

1. Ir.H. Yakni Idris, M.Sc.

NIP. 198102252003121002



Dosen Penguji :

2. Dr. Ir. Maulid Muhammad Iqbal, M.Sc

NIP. 196009091988111001



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan



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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Michael

NIM : 03011381924084

Judul : Pengaruh Jenis Metode Perawatan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan *Bentonite* dan Kapur sebagai Binder

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



Michael

03011381924084

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Michael
Jenis Kelamin : Laki-laki
E-mail : michaelhuang1531@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SDS XAVERIUS 1 PALEMBANG	-	-	2007-2013
SMPS XAVERIUS 1 PALEMBANG	-	-	2013-2016
SMAS XAVERIUS 1 PALEMBANG	-	IPA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Michael)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Material beton masih mendominasi bahan yang digunakan pada pembangunan infrastruktur. Konstruksi beton diminati karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang relatif murah, mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api, tidak mengalami pembusukan (Liang, 2019). Selain itu material beton dapat dimodifikasi sesuai fungsi yang diinginkan.

Dikarenakan penggunaan material beton memiliki kelebihan yang efektif dan efisien dalam pelaksanaannya, penggunaan beton suatu saat akan menimbulkan kelangkaan terhadap material penyusunnya. Oleh karena itu, upaya untuk mencari alternatif bahan pengganti sudah mulai dilakukan. Salah satu bahan penyusun yang menentukan sifat mekanik dan sifat fisik beton adalah agregat kasar. Agregat kasar menjadi penentu kekuatan beton karena kekuatannya dan menjadi penentu densitas beton karena berat jenisnya. Sehingga untuk mendapatkan beton dengan karakteristik kekuatan dan densitas yang ringan, salah satunya dengan menggunakan agregat buatan (*artificial aggregate*).

Pengembangan agregat buatan dalam banyak penelitian terdahulu sudah dilakukan dengan mengadopsi konsep dari beton. *Fly Ash* yang digunakan dalam pembuatan beton, karena sifat pozzolaniknya disimpulkan mampu menjadi bahan baku dalam pembuatan agregat oleh banyak penelitian terdahulu tentang agregat ringan. *Fly Ash* bersifat tidak mampu mengikat beton seperti semen, tetapi dengan campuran air dan partikel berukuran halus, ditambah *oksida silica* yang ada di dalam *Fly Ash* dan melalui proses kimiawi dengan kalsium hidroksida akibat proses hidrasi semen, akan menghasilkan zat dengan kemampuan sebagai pengikat (Putranto et al., 2017).

Namun, penggunaan *Fly Ash* ini masih perlu diuji apakah layak menjadi pengganti dari kerikil. Penggunaan *Fly Ash* juga perlu diberi tambahan berupa bahan kimia yang dapat mengikat ataupun meningkatkan kualitas *Fly Ash* hingga dapat menjadi pengganti agregat kasar seperti dengan penambahan *Bentonite* dan batu

kapur. *Bentonite* tergolong dalam tanah lempung yang terbentuk dari transformasi hidrotermal abu vulkanik, yang mayoritas komponennya tergolong ke dalam kelas mineral smektit (struktur lembaran), yaitu *montmorillonit* (Pratiwi & Sari, n.d.). *Bentonite* dengan kandungan Natrium dapat mengalami pengembangan volume yang besar bila dicampur dengan air (*swelling*), membentuk koloid, viskositas tinggi, dan mampu mengikat air. Hal inilah yang membuat *Bentonite* dengan kandungan Natrium dapat diaplikasikan pada bidang konstruksi dan teknik sipil.

Sedangkan batu kapur Menurut ASTM – C.294-91, adalah bahan hidrolik yang sebagian besar terdiri dari batu gamping yang memiliki kandungan kalsium karbonat beserta bahan pengikat lainnya seperti silika, alumina, magnesia. Batu kapur memiliki komposisi berupa kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 50%, dan sisanya berupa kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO), silikat (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan ferioksida (Fe_2O_3) (Winarno, 2020). Oleh karena itu, batu kapur dapat digunakan sebagai pengikat pada campuran agregat buatan.

Selain penggunaan bahan dan material, metode pembuatan dan perawatan menjadi faktor penentu sifat mekanik dan fisik dari agregat buatan. Metode perawatan yang sudah banyak digunakan dalam penelitian terdahulu adalah metode sintering, *autoclaved* dan *cold bonding*. Metode *autoclave* menggunakan alat dengan uap panas bertekanan biasanya 15 psi atau sekitar 2 atm dengan suhu 121°C atau berkisar 250°F selama 15 menit. Sedangkan metode *cold bonding* cenderung meminimalkan penggunaan energi dibanding metode lain karena menggunakan suhu kamar sehingga dibutuhkan waktu perawatan yang lebih lama yaitu selama 28 hari (Handayani & Muhtadi, 2013).

Berdasarkan bahan penyusun, metode perawatan/pengerasan pada pembuatan agregat, masih perlu dieksplorasi penggunaan bahan, komposisi, maupun metode pembuatannya untuk mendapatkan agregat buatan yang optimum. Oleh karena itu, Maka diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan *Fly Ash* yang dicampur dengan bahan pengikat *Bentonite* jenis Na (Natrium), dan kapur yang diberi perawatan berupa *Autoclaved* dan *Cold Bonding* dengan komposisi yang ditentukan hingga mendapatkan produk agregat buatan yang dapat digunakan sebagai beton ringan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik dari agregat buatan *Fly Ash* yang diolah dengan bahan pengikat *Bentonite* (Na) dan kapur serta air?
2. Bagaimana jenis perawatan dan variabel yang dapat memberikan karakteristik fisik dan mekanik yang optimum?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis karakteristik fisik dan mekanik dari agregat buatan *Fly Ash* yang diolah dengan bahan pengikat *Bentonite* (Na) dan kapur serta air.
2. Menganalisis jenis perawatan dan variabel yang dapat memberikan karakteristik fisik dan mekanik yang optimum.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu mengenai analisis karakteristik fisik dan mekanik dari agregat buatan *Fly Ash* yang diolah dengan bantuan *Bentonite* (Na) dan kapur sebagai substitusi agregat kasar yaitu:

1. *Fly Ash* pada penelitian ini berasal dari limbah pembakaran batu bara pada PT. Bukit Asam.
2. *Bentonite* sebagai bahan pengikat didapat dari Toko PT. Dira Sonita yang berkomposisi Na (Natrium).
3. Batu kapur yang digunakan sebagai bahan pengikat yang didapat dari toko Damai Depot.
4. Persentase kapur yang digunakan adalah 10%.
5. Persentase *Bentonite* yang digunakan adalah 15%, 20%, dan 25%.
6. Pengujian dilakukan dengan benda uji kubus dengan ukuran 5x5x5 cm dan silinder berdiameter 8 cm dan tinggi 5 cm.
7. Pengujian ini memperhatikan metode perawatan yaitu *Cold Bonding* dan *Autoclaved*.
8. Pengujian menggunakan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*).
9. Pengujian yang dilakukan pada agregat buatan berupa pengujian fisik (densitas dan Penyerapan Air) dan mekanik (kuat tekan dan impak).
10. Pembuatan dan pengujian dilakukan di laboratorium.

1.5. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian Pengaruh Jenis Metode Perawatan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Buatan Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan *Bentonite* dan Kapur sebagai Binder adalah uji eksperimental yang dilaksanakan pada laboratorium. Material yang digunakan pada pembuatan agregat buatan berupa *Fly Ash* yang didapat dari PT Bukit Asam, Muara Enim, Sumatera Selatan. Dan bahan pengikat berupa *Bentonite* yang didapat dari PT Dira Sonita serta Kapur yang didapat dari toko Depot Damai. Sebelum digunakan material *Fly Ash* dan *Bentonite* dilakukan pengujian terlebih dahulu melalui pengujian XRF (*X-Ray Fluorescence*).

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam laporan tugas akhir Pengaruh jenis perawatan terhadap campuran kering yaitu meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, penutup, dan daftar pustaka:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 mengandung tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 menjelaskan hasil tinjauan studi literatur yang telah dilakukan mengenai teori yang berkaitan dengan *Fly Ash*, *Bentonite* dan kapur, dan juga pengujian terdahulu sebagai referensi dalam penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 mengandung tentang material dan peralatan yang digunakan dalam penelitian, serta metodologi yang dilakukan dalam penelitian meliputi pengujian bahan penyusun beton ringan, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 menjelaskan hasil penelitian dari pengujian bahan. Hasil yang didapat berupa pengolahan dan pembahasan hasil pengujian material *Fly Ash*, *Bentonite* dan kapur dengan perawatan *Autoclaved* dan *Cold Bonding*, pengujian sifat fisik dan mekanik pada agregat buatan *Fly Ash*, *Bentonite*, kapur dan air.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk penelitian di masa mendatang bila melakukan penelitian yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi referensi yang dapat digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprizal, E. J., & Prapto, P. (2015). Pengaruh Partial Replacement Semen Portland Dengan Bentonite Terhadap Kuat Tekan Beton Berdasarkan Variasi Umur. *Pengaruh Partial Replacement Semen Portland Dengan Bentonite Terhadap Kuat Tekan Beton Berdasarkan Variasi Umur*, 11(1), 67–78.
- Firda, A., Permatasari, R., & Fuad, I. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Deformasi*, 6(1), 1.
<https://doi.org/10.31851/deformasi.v6i1.5423>
- Gumay, N. D. (2021). *Tugas akhir pengaruh waktu curing terhadap karakteristik autoclaved aerated concrete dengan substitusi fly ash.*
- Hao, D. L. C., Razak, R. A., Kheimi, M., Yahya, Z., Abdullah, M. M. A. B., Burduhos Nergis, D. D., Fansuri, H., Ediati, R., Mohamed, R., & Abdullah, A. (2022). Artificial Lightweight Aggregates Made from Pozzolanic Material: A Review on the Method, Physical and Mechanical Properties, Thermal and Microstructure. *Materials*, 15(11), 3929.
<https://doi.org/10.3390/ma15113929>
- Hama, S. M., & Hilal, N. N. (2017). Fresh properties of self-compacting concrete with plastic waste as partial replacement of sand. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 299–308.
<https://doi.org/10.1016/j.ijjsbe.2017.01.001>
- Huda, M. K. (2018). Rancang Bangun Alat Uji Impact Metode Charpy. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 1(1), 7.
<https://doi.org/10.51804/mmej.v1i1.348>
- Kayali, O. (2008). Fly ash lightweight aggregates in high performance concrete. *Construction and Building Materials*, 22(12), 2393–2399.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.09.001>

- Irawan, R. R., Hardono, S., & Budiman, Y. I. (2015). *Beton dengan Sedikit Semen Portland dan Tanpa Semen Portland dengan Memanfaatkan Abu Terbang PLTU Batubara*.
- Liang, A. M. (2019). *Pengaruh Mutu Material Beton Terhadap Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat*. 3, 1–8.
- Lubis, E., & Hardjito, D. (2015). *Komposisi campuran optimum bottom ash dan fly ash sebagai agregat buatan* (Vol. 2, Issue 1, pp. 16–23).
- Mulyono, T. (2007). Kapur Sebagai Bahan Tambah Untuk Beton Normal. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 11.
<https://doi.org/10.21009/jmenara.v2i1.7875>
- Narattha, C., & Chaipanich, A. (2018). Phase characterizations, physical properties and strength of environment-friendly cold-bonded fly ash lightweight aggregates. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 171). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.259>
- Neroth, G., & Vollenschaar, D. (2011). Beton. *Wendehorst Baustoffkunde*, 2400, 247–381. https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9919-4_5
- Of, D., Impact, A., & Aim, V. (2015). *Determination of Aggregate Impact Value*. iv, 1–6. <http://theconstructor.org/building/building-material/determination-of-aggregate-impact-value/1355/>
- Pratiwi, D., & Sari, S. (n.d.). *Tugas kimia anorganik lanjutan ii makalah bentonit*.
- Pratomo, L. L. A. (2017). KONSENTRASI TEPUNG UBI JALAR (Ipomoea batatas L) DENGAN BERBAGAI VARIAN DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PEMBUATAN YOGHURT (Analisis Effect Of Difference Concentration Of Sweet Potato (Ipomoea batatas L) Flour Variants and Long Fermentation Of Yoghurt). *Undergraduate Thesis*, 4–16.
http://eprints.undip.ac.id/58687/5/BAB_II.pdf

- Putranto, S., Habsya, C., & Rahmawati, A. (2017). Pengaruh Fly Ash Sebagai Bahan Tambah Beton Ringan Foam Terhadap Berat Jenis, Kuat Tekan Dan Daya Serap Air, Untuk Material Dinding Struktur. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 10(1), 42. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v10i1.14966>
- Ruskandi, C., Siswanto, A., & Widodo, R. (2020). Karakterisasi fisik dan kimiawi bentonite untuk membedakan natural sodium bentonite dengan sodium bentonite hasil aktivasi. *Polimesin*, 18(01), 53–60.
- Santosa, B., Barata, B. (2020). Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Bentonit Terhadap Kuat Tekan Beton. *RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL*, 1–11.
- Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 17, 1–8.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>
- Sudiby dkk. (2008). *ABU TERBANG (FLY ASH) SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BATA BETON (PAVING BLOCK) Fly Ash Upon Which Add To Improve Strength Depress Brick Concrete (Paving Block) Yanuar Haryanto , Gathot Heri Sudiby, dan Fatkhurrozak*. 4(2).
- Sulistyowati, N. A., & Suropto, D. (2013). *Effect of Artificial Lightweight Aggregate Type*. 27–32.
- Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Palembang, U. M. (2017). *Efektifitas Bentonit Sebagai Adsorben Pada Proses*. 2(2), 23–32.
- SNI 03-1974. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *Sni 03-1974-1990*, 2–6.
- SNI 1969:2008, S. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- SNI 03-2461-2002. (2002). Spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam)

SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.

SNI 03-6861.1-2002. (2002). Spesifikasi bahan bangunan bagian A (bahan bangunan bukan logam). *Badan Standar Nasional Indonesia*, 6861.

Specification, S. (2002). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use*. 1–3.

Winarno, D. B. (2020). *Pengaruh Penggunaan Batu Kapur Sebagai Substitusi Agregat Pada Lapisan Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc)*. April, 1–75.