

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP FLY ASH
PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

OLEH :

DEO ADI PUTRA

112021028

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP FLY ASH
PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

DEO ADI PUTRA

112021028

Telah Disahkan Oleh:

**Dekan Fakultas Teknik
Univ. Muhammadiyah Palembang**

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil UM Palembang**



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502

Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP FLY ASH
PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

DEO ADI PUTRA

112021028

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

Pembimbing II

Adji Sutama, S.T., M.T.
NIDN. 0230099301

TUGAS AKHIR
PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP FLY ASH
PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

DEO ADI PUTRA

112021028

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 24 Desember 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

1. **Ir. Jonizar, M.T.**
NIDN. 0030066101

2. **Ir. R.A. Sri Martini, M.T.**
NIDN. 0203037001

3. **Dr. Verinazul Septriasyah, S.T., M.T.**
NIDN. 0221098601

(.....)

(.....)

(.....)

Tugas Akhir Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)

Program Studi Teknik Sipil
Ketua Prodi Teknik Sipil


Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Deo Adi Putra

NIM : 112021028

Program Studi : Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP *FLY ASH* PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER”** ini Adalah benar-benar karya penulis sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya akan menanggung resiko sesuai dengan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 24 Desember 2025



Deo Adi Putra
NIM: 112021028

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Jangan terlalu memikirkan masa depan,pikirkan saja apa yang harus kau lakukan di masa sekarang untuk masa depan mu

#Doraemon

Persembahan :

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Terima kasih kepada Allah SWT,yang melimpahkan kekuatan dan hidayahnya kepada saya untuk jangan pernah berputus asa.
2. Kedua orang tua.adik,kakek, dan nenek yang telah memberikan saya do'a dan semangat gelar sarjana ini saya persembahkan untuk kalian.
3. Pembimbing saya Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T, dan Bapak Adji Sutama, S.T., M.T, yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat kepada saya selama mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
4. Teman-temanku asrama kacau yang telah membantu dan menyemangati saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Almamaterku.

PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP *FLY ASH* PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

Deo Adi Putra^{*}, Mira Setiawati¹, Adji Sutama¹

INTISARI

Deo Adi Putra / 112021028 / Pengaruh Substitusi Abu Ampas Tebu Terhadap *Fly Ash* Pada Kuat Kuat Tekan Mortar Geopolimer/ Teknik Sipil.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh upaya pemanfaatan limbah industri dan pertanian sebagai bahan alternatif ramah lingkungan dalam pembuatan beton atau mortar. Fokus utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh substitusi abu ampas tebu terhadap *fly ash* dalam pembuatan mortar geopolimer. Masalah utama yang dikaji adalah bagaimana pengaruh substitusi tersebut terhadap nilai berat jenis dan kuat tekan mortar yang dihasilkan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium. Pengujian dilakukan terhadap variasi substitusi abu ampas tebu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, pada umur mortar 14, 21, dan 28 hari. Parameter yang diukur meliputi berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer untuk menentukan kadar penggunaan abu ampas tebu yang paling optimum.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi abu ampas tebu memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik mortar. Nilai berat jenis tertinggi diperoleh pada variasi MG-5% pada umur 28 hari sebesar 2247,0 kg/m³. Sejalan dengan itu, hasil pengujian kuat tekan optimum juga ditemukan pada komposisi MG-5% yang menghasilkan kekuatan sebesar 41,62 MPa pada umur 28 hari. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan abu ampas tebu dalam kadar tertentu dapat meningkatkan performa mekanis mortar geopolimer berbasis *fly ash*.

Kata kunci: Mortar Geopolimer, Abu Ampas Tebu, Fly Ash, Berat Jenis, Kuat Tekan

Effect of Sugarcane Bagasse Ash Substitution for Fly Ash on the Compressive Strength of Geopolymer Mortar

Deo Adi Putra*, Mira Setiawati¹, Adji Sutama¹

ABSTRACT

Deo Adi Putra / 112021028 / Effect of Sugarcane Bagasse Ash Substitution for Fly Ash on the Compressive Strength of Geopolymer Mortar/ Civil Engineering.

This research is driven by the effort to utilize industrial and agricultural waste as eco-friendly alternative materials in concrete or mortar production. The main focus of this study is to analyze the effect of substituting sugarcane bagasse ash for fly ash in the production of geopolymer mortar. The primary problem investigated is how this substitution affects the specific gravity and compressive strength of the resulting geopolymer mortar.

The research method used is an experimental laboratory method. Testing was conducted on various substitutions of sugarcane bagasse ash at mortar ages of 0%, 5%, 10%, 15% and 20%, and 14, 21, and 28 days. The parameters measured include the specific gravity and compressive strength of the geopolymer mortar to determine the optimum content of sugarcane bagasse ash.

The test results indicate that the substitution of sugarcane bagasse ash has a significant impact on the mortar characteristics. The highest specific gravity was obtained in the MG-5% variation at 28 days, with a value of 2247.0 kg/m³. Similarly, the optimum compressive strength was found in the MG-5% composition, which produced a strength of 41.62 MPa at 28 days. These results indicate that the use of sugarcane bagasse ash at a certain level can enhance the mechanical performance of fly ash-based geopolymer mortar..

Keywords: *Geopolymer Mortar, Sugarcane Bagasse Ash, Fly Ash, Specific Gravity, Compressive Strength.*

PRAKATA



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya yang berjudul **“PENGARUH SUBSTITUSI ABU AMPAS TEBU TERHADAP *FLY ASH* PADA KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER”** untuk memenuhi sebagai persyaratan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan baik dari segi isi maupun teknik penulisan yang terlepas dari pengamatan penulis, hal ini dikarenakan oleh keterbatasan penulis, pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terima kasih terutama kepada Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Adji Utama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan dan arahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam menyusun laporan kerja praktek ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Adji Utama, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Para Staf Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kedua Orang Tua, Kakek, Nenek, Adik, yang telah memberikan do'a serta membantu penulis baik secara materi dan moral.
7. Serta teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini pasti tidak lepas dari banyak kekurangan. Koreksi serta saran tentunya sangat diharapkan demi penambahan ilmu bagi penulis. Semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan manfaat dan memperluas wawasan.

Palembang, 24 Desember 2025



DEO ADI PUTRA
112021028

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
1.6. Bagan Alir Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Mortar	5
2.2. Mortar Geopolimer	11
2.3. Perbedaan Mortar Geopolimer dan Mortar Polimer	12
2.4. Material Mortar Geopolimer	12
2.4.1. Aquadest	12
2.4.2. Agregat Halus	13
2.4.3. <i>Fly Ash</i>	15
2.4.4. Larutan Alkali Aktivator	16
2.4.5. Abu Ampas Tebu	17
2.4.6. Superplasticizer	18
2.5. Faktor -Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Mortar Geopolimer	20
2.6. Pengujian Material	20
2.6.1. Kadar Air Pada Agregat	20
2.6.2. Berat Jenis dan Penyerapan Air	21
2.6.3. Berat Isi Pada Agregat	22
2.6.4. Analisa Saringan Pada Agregat	22
2.6.5. Kadar Lumpur Pada Agregat	23
2.7. Pengujian Kuat Tekan	24
2.8. Beberapa Penelitian Terdahulu	25
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	

3.1. Lokasi Penelitian	30
3.2. Bahan-Bahan dan Peralatan	30
3.2.1. Bahan-Bahan.....	30
3.2.2. Peralatan.....	33
3.3. Tahapan Pengujian Material.....	38
3.3.1. Berat Jenis dan Penyerapan Air	38
3.3.2. Kadar Air Pada Agregat	40
3.3.3. Analisa Saringan Pada Agregat	41
3.3.4. Kadar Lumpur Pada Agregat	41
3.3.5. Berat Isi Pada Agregat	42
3.4. Variabel Penelitian	43
3.5. Prosedur Penelitian	44
3.5.1. Persiapan Bahan Baku	44
3.5.2. Persiapan Larutan Alkali Aktivator	45
3.5.3. Pembuatan Larutan Alkali Aktivator	46
3.6. Bagan Alir Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengujian Agregat Halus	50
4.1.1. Pengujian Agregat Halus	50
4.1.2. Kadar Air Pada Agregat	51
4.1.3. Berat Jenis dan Penyerapan Air	52
4.1.4. Kadar Lumpur Pada Agregat	53
4.1.5. Berat Isi Pada Agregat	53
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar	54
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	57
4.4. Hasil Berat Jenis dan Kuat Tekan.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan Mortar Geopolimer dan Mortar Polimer	12
Tabel 2.2. Beberapa Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3.1. Rencana Mix Design Mortar Geopolimer	43
Tabel 3.2. Tabel Jumlah Benda Uji	44
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	51
Tabel 4.2. Hasil Uji Kadar Air	52
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Jenis	52
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur	53
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Isi	54
Tabel 4.6. Data Pengujian Berat Jenis Umur 14 Hari	54
Tabel 4.7. Data Pengujian Berat Jenis Umur 21 Hari	55
Tabel 4.8. Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari	55
Tabel 4.9. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari	57
Tabel 4.10. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 21 Hari	57
Tabel 4.11. Data Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari	58
Tabel 4.12. Berat Jenis dan Kuat Tekan Mortar	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Bagan Alir Penelitian	4
Gambar 3.1. <i>Fly Ash</i>	30
Gambar 3.2. Pasir	31
Gambar 3.3. Abu Ampas Tebu	31
Gambar 3.4. Natrium Hidriksida (NaOH)	32
Gambar 3.5. Aquadest.....	32
Gambar 3.6. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	32
Gambar 3.7. Superplasticizer	33
Gambar 3.8. Cetakan Mortar.....	33
Gambar 3.9. Timbangan Digital	34
Gambar 3.10. Gelas Ukur.....	34
Gambar 3.11. Plastik Wreping	35
Gambar 3.12. Spatula.....	35
Gambar 3.13. Ayakan atau Saringan.....	35
Gambar 3.14. Oven	36
Gambar 3.15. Wadah.....	36
Gambar 3.16. Mesin Ayakan	37
Gambar 3.17. Plat Besi.....	37
Gambar 3.18. Mixer	38
Gambar 3.19. Mesin Kuat Tekan	38
Gambar 3.20. Persipan <i>fly ash</i> dan Abu Ampas Tebu	44
Gambar 3.21. Persipan Pasir	45
Gambar 3.22. Persipan Larutan Alkali Aktivator	45
Gambar 3.23. Pembuatan Larutan Alkali Aktivator	46
Gambar 3.24. Pencampuran Fly Ash, Abu Ampas Tebu, dan Pasir	46
Gambar 3.25. Pencampuran Superplasticizer dan Larutan Alkali Aktivator..	47
Gambar 3.26. Pencetakan Benda Uji	47
Gambar 3.27. Pengovenan Benda Uji	47

Gambar 3.28. Proses Pembongkaran Benda uji	48
Gambar 3.29. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan.....	48
Gambar 3.30. Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 4.1. Gradasi Pasir	51
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Mortar Geopolimer.....	56
Gambar 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	59
Gambar 4.4. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 14 Hari	60
Gambar 4.5. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 21 Hari	61
Gambar 4.6. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 28 Hari	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beragam upaya dan inovasi terus dikembangkan untuk mewujudkan konstruksi yang tidak hanya memiliki kualitas tinggi tetapi juga ramah lingkungan. Upaya tersebut tidak terbatas pada penerapan teknologi konstruksi semata, melainkan juga mencakup pemanfaatan berbagai jenis material yang berasal dari limbah konstruksi maupun sumber daya alam. (Lisiana & Mulyati, 2023).

Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang konstruksi di Indonesia, penggunaan mortar semakin meluas dalam berbagai proyek infrastruktur. Dengan demikian, diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai mortar untuk menghasilkan material dengan mutu yang lebih unggul melalui pengembangan mortar berbasis bahan pengikat geopolimer.

Geopolimer merupakan material ramah lingkungan yang memiliki potensi besar untuk dijadikan alternatif pengganti semen di masa mendatang. Proses pembentukan material geopolimer memerlukan bahan dasar dengan kandungan silika dan alumina yang tinggi. Kedua unsur tersebut dapat diperoleh dari berbagai limbah industri, salah satunya adalah *fly ash*. Berkat kandungan silika dan alumina yang tinggi, *fly ash* banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan mortar geopolimer.

Mortar geopolimer merupakan alternatif material yang dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam proses pembuatan mortar. Dalam penelitian ini, mortar geopolimer dibuat dengan memanfaatkan campuran abu ampas tebu dan *fly ash* yang mengandung unsur silika dan alumina, yaitu komponen utama yang memiliki karakteristik serupa dengan semen serta mampu bereaksi dengan larutan alkali. (Andika, 2019).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini akan menjelaskan bagaimana perbandingan komposisi yang optimum dan pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi terhadap berat *fly ash* dengan variasi abu ampas tebu 0%,

5%, 10%, 15%, dan 20%, pada penelitian ini akan ditinjau berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh substitusi abu ampas tebu terhadap *fly ash* terhadap nilai berat jenis dan kuat tekan mortar geopolimer.

1.3. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi dalam campuran *fly ash* guna meningkatkan kualitas mortar geopolimer, sekaligus sebagai upaya pemanfaatan limbah ampas tebu.

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui kadar optimum dalam penggunaan abu ampas tebu terhadap *fly ash* pada kuat tekan mortar geopolimer.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap terarah sesuai dengan latar belakang dan rumusan masalah yang telah ditetapkan, diperlukan adanya batasan masalah yang berfungsi untuk memperjelas serta membatasi ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm
2. Material dan Pengujian penelitian ini menggunakan abu ampas tebu sebagai substitusi *fly ash*. Pengujian berat jenis dan kuat tekan mortar dilakukan pada umur 14, 21, dan 28 hari.
3. Larutan Alkali Aktivator terdiri dari sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 2,5:1
4. Benda uji dimasukkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.
5. Rasio larutan alkali aktivator dan prekursor adalah 0,5 dengan konsentrasi NaOH 14 M.
6. Perbandingan agregat halus dan prekursor yang digunakan sebesar 2
7. Superplasticizer digunakan sebesar 2% dari berat prekursor.

1.5. Sistematika Penulisan

Penelitian ini secara keseluruhan dibagi menjadi lima bab utama, dengan setiap bab memiliki susunan serta pokok pembahasan yang dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan secara rinci mengenai Judul Tugas Akhir, Latar Belakang, Rumusan Masalah, Maksud dan Tujuan, Batasan Masalah, serta Sistematika Penulisan yang menjadi dasar penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai injauan Pustaka dan Landasan Teori yang merujuk pada berbagai referensi yang relevan serta dapat dipertanggungjawabkan. Pada bagian ini dijelaskan secara mendalam mengenai bahan pembentuk mortar geopolimer beserta karakteristiknya, baik yang berhubungan dengan pengujian yang dilakukan maupun sifat-sifat umumnya.

BAB III METODEDEOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai gambaran umum metode pelaksanaan penelitian yang mencakup waktu dan lokasi penelitian, serta bahan dan peralatan yang digunakan selama proses penelitian berlangsung.

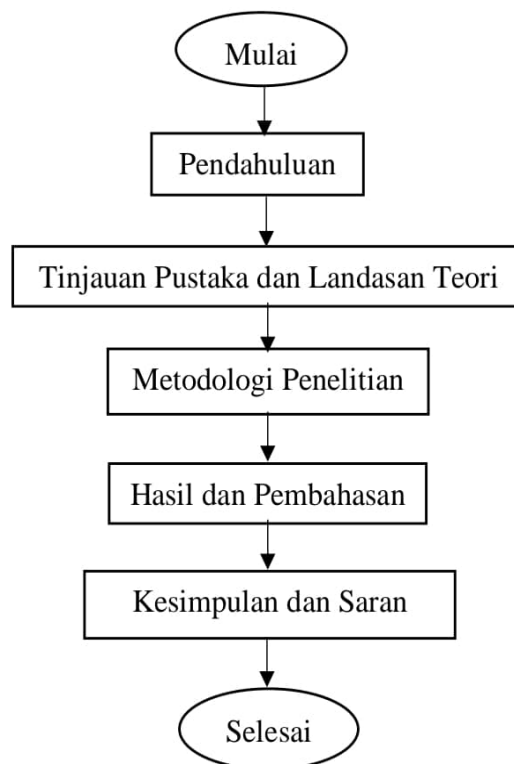
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai data-data yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan serta analisis terhadap hasil pengujian tersebut untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai objek penelitian..

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan

1.6. Bagan Alir Penulisan



Gambar 1.1. Bagan alir penulisan

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, O. C. . (2019). Pengaruh kehalusan abu sekam padi terhadap kuat tekan mortar geopolimer berbahan dasar *fly ash* skripsi. 1–19
- ASTM C117:2012 *Metode Uji Bahan yang Lebih Halus Dari Saringan No. 200 dalam Agregat Mineral dengan Pencucian*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2849-2002: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-6820-2002: Spesifikasi agregat ringan untuk beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 2460:2014: Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton (ASTM C618-08a, IDT). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- Chindaprasirt, P., Rukzon, S., & Sirivivatnanon, V. (2009). Resistance to chloride penetration of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel ash, rice husk ash and bagasse ash. *Construction and Building Materials*, 23(2), 105–112.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI - 1982)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Lisiana, r., & mulyati, e. (2023). Pemanfaatan limbah cangkang remis sebagai bahan substitusi semen pada batako segitiga.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Mulyono, T. (2015). Teknologi Beton: dari Teori ke Praktek. March, 574. [https://trisutomo10.blogspot.com/2015/01/riwayat-perkembangan-beton.html?q=riwayat+perkembangan+bet on](https://trisutomo10.blogspot.com/2015/01/riwayat-perkembangan-beton.html?q=riwayat+perkembangan+bet+on)
- SNI 03-4804-1998: *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Jakarta: BSN; 1998. Standar resmi yang menjelaskan metodologi pengujian berat isi agregat dalam kondisi padat maupun gembur.

- SNI 03-6882-2002. (2002). Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2016. (n.d.).*Pdf-Sni-1970-2016- Metode- Uji- Berat- Jenis Dan Penyerapan-Air-Agregat-Halus_Compress.Pdf*.
- SNI 1971:2011. (2011). —Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.‖
- SNI 2460-2014 – Spesifikasi Abu Terbang Batu Bara dan Pozzolan.
- SNI ASTM C117:2012. (2012). *Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus dari Saringan 75 μ m (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian. 200*. www.bsn.go.id
- SNI ASTM C136:2012. (2006). *Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (ASTM C 136-06, IDT) ICS*. www.bsn.go.id