

SKRIPSI

**PENGARUH METODE PERAWATAN TERHADAP
KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER DENGAN ABU
SEKAM PADI DAN *FLY ASH***



**REDHO RUSWANTO
03011381320018**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

RINGKASAN

PENGARUH METODE PERAWATAN TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER DENGAN ABU SEKAM PADI DAN *FLYASH*

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, Maret 2020.

Redho Ruswanto; Dibimbing oleh Dr. Saloma, S.T., M.T.

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

xvii + 51 halaman, 39 gambar, 9 tabel, 0 lampiran

Geopolimer adalah material inovasi baru yang bersifat ramah lingkungan serta dapat dikembangkan sebagai alternatif pengganti pada campuran beton. Geopolimer dikatakan ramah lingkungan karena material ini tersusun atas sintesa berbahan alami yang banyak mengandung unsur silika (Si) serta aluminium (Al) seperti abu terbang (*fly ash*) dan cairan alkali sebagai *activator* yang telah melalui proses polimerisasi. Dalam penelitian tugas akhir ini bahan alami yang digunakan dalam pembuatan benda uji mortar geopolimer adalah abu sekam padi (*rice husk ash*). Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berupa pasir alam yang berasal dari daerah Tanjung Raja. Spesifikasi ukuran butiran agregat halus berdasarkan standar ASTM yaitu berkisar antara 0.125 – 4 mm. *Mix design* yang digunakan yaitu, rasio prekursor berupa *fly ash* dan abu sekam padi, dengan rasio campuran *fly ash* : abu sekam padi dalam proporsi 100:0, 75:25, 50:50, dan nilai konsentrasi NaOH yang digunakan 16 M. Untuk konsentrasi 16 M diperlukan NaOH sebesar 640 gram. NaOH sebelum dilarutkan dengan air aquades harus berupa caustic soda yang berbentuk benda padat berbentuk serpihan. Setelah caustic soda dengan berat yang telah ditentukan dilarutkan dalam aquades, diamkan selama kurang lebih 3 jam untuk mendapatkan larutan NaOH. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berupa *mould* kubus dengan ukuran 5cm x 5 cm x 5cm. Pengujian yang dilakukan adalah perawatan (*curing*) mortar geopolimer dengan 3 jenis perawatan (*curing*) yaitu dengan cara penguapan (*steam*), oven, dan melapisi mortar dengan plastik.

Kata kunci: Mortar, Geopolimer, *Fly ash*, Abu sekam padi, Pasir, Metode perawatan, penguapan (*steam*), oven Kuat tekan.

PENGARUH METODE PERAWATAN TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER DENGAN ABU SEKAM PADI DAN *FLY ASH*

Redho Ruswanto¹, Saloma²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Kampus Palembang
E-mail: redho.mustawan@gmail.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Kampus Palembang

Abstrak

Geopolimer adalah material inovasi baru yang bersifat ramah lingkungan serta dapat dikembangkan sebagai alternatif pengganti pada campuran beton. Geopolimer dikatakan ramah lingkungan karena material ini tersusun atas sintesa berbahan alami yang banyak mengandung unsur silika (Si) serta aluminium (Al) seperti abu terbang (*fly ash*) dan cairan alkali sebagai *activator* yang telah melalui proses polimerisasi. Dalam penelitian tugas akhir ini bahan alami yang digunakan dalam pembuatan benda uji mortar geopolimer adalah abu sekam padi (*rice husk ash*). Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berupa pasir alam yang berasal dari daerah Tanjung Raja. Spesifikasi ukuran butiran agregat halus berdasarkan standar ASTM yaitu berkisar antara 0.125 – 4 mm. *Mix design* yang digunakan yaitu, rasio prekursor berupa *fly ash* dan abu sekam padi, dengan rasio campuran *fly ash* : abu sekam padi dalam proporsi 100:10, 75:25, 50:50, dan nilai konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 16 M. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berupa *mould* kubus dengan ukuran 5cm x 5 cm x 5cm. Pengujian yang dilakukan adalah perawatan (*curing*) mortar geopolimer dengan 3 jenis perawatan (*curing*) yaitu dengan cara penguapan (*steam*), oven, dan melapisi mortar dengan plastik.

Kata kunci: Mortar, Geopolimer, *Fly ash*, Abu sekam padi, Pasir, Metode perawatan, penguapan (*steam*), oven, Kuat tekan.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH METODE PERAWATAN TERHADAP
KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER
DENGAN ABU SEKAM PADI DAN *FLY ASH***

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

REDHO RUSWANTO
03011381320018

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



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

Palembang, Maret 2020
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Redho Ruswanto

NIM : 03011381320018

Judul : Pengaruh Metode Perawatan Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer dengan Abu Sekam Padi dan *Fly Ash*

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

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

Palembang, Maret 2020

Yang membuat pernyataan,



Redho Ruswanto

NIM. 03011381320018

**PENGARUH METODE PERAWATAN
TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER
DENGAN ABU SEKAM PADI DAN *FLY ASH***

Redho Ruswanto¹, Saloma²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Kampus Palembang
E-mail: redho.mustawan@gmail.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Kampus Palembang

Abstrak

Geopolimer adalah material inovasi baru yang bersifat ramah lingkungan serta dapat dikembangkan sebagai alternatif pengganti pada campuran beton. Geopolimer dikatakan ramah lingkungan karena material ini tersusun atas sintesa berbahan alami yang banyak mengandung unsur silika (Si) serta aluminium (Al) seperti abu terbang (*fly ash*) dan cairan alkali sebagai *activator* yang telah melalui proses polimerisasi. Dalam penelitian tugas akhir ini bahan alami yang digunakan dalam pembuatan benda uji mortar geopolimer adalah abu sekam padi (*rice husk ash*). Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berupa pasir alam yang berasal dari daerah Tanjung Raja. Spesifikasi ukuran butiran agregat halus berdasarkan standar ASTM yaitu berkisar antara 0.125 – 4 mm. *Mix design* yang digunakan yaitu, rasio prekursor berupa *fly ash* dan abu sekam padi, dengan rasio campuran *fly ash* : abu sekam padi dalam proporsi 100:10, 75:25, 50:50, dan nilai konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 16 M. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berupa *mould* kubus dengan ukuran 5cm x 5 cm x 5cm. Pengujian yang dilakukan adalah perawatan (*curing*) mortar geopolimer dengan 3 jenis perawatan (*curing*) yaitu dengan cara penguapan (*steam*), oven, dan melapisi mortar dengan plastik.

Kata kunci: Mortar, Geopolimer, *Fly ash*, Abu sekam padi, Pasir, Metode perawatan, penguapan (*steam*), oven, Kuat tekan.

Palembang, Maret 2020

Pembimbing,



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil


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

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Redho Ruswanto

NIM : 03011381320018

Judul : Pengaruh Metode Perawatan Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer dengan Abu Sekam Padi dan *Fly Ash*

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

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

Palembang, Maret 2020

Yang membuat pernyataan,



Redho Ruswanto
NIM. 03011381320018

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, Allah SWT rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini dengan hasil yang baik.

Dalam penyusunan laporan proposal tugas akhir ini, penulis merasa sangat terbantu pada saat penyusunan laporan proposal ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada ;

- 1) Kepada Ibu Rusmiati sebagai orang tua serta seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, motivasi, nasihat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir.
- 2) Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak waktu, pendapat, serta motivasi kepada penulis dalam penyelesaian laporan proposal tugas akhir ini.
- 3) Dosen-dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang akan menjadi bekal berharga bagi penulis di masa mendatang.
- 4) Kedua orang tua penulis yang telah memberi semangat, motivasi dan doa dalam kelancaran penulisan laporan proposal tugas akhir ini.
- 5) Teman-teman seangkatan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya 2013, dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut andil dalam membantu penulis dalam menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa laporan proposal yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan untuk dapat menjadi motivasi serta pembelajaran bagi penulis kedepannya. Akhir kata, semoga laporan proposal tugas akhir yang telah dibuat ini dapat memberi manfaat bagi pembaca semuanya.

Palembang, Maret 2020

Redho Ruswanto

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| Halaman Judul..... | i |
| Halaman Pengesahan | ii |
| Halaman Persetujuan..... | iii |
| Halaman Pernyataan..... | iv |
| Kata Pengantar | vi |
| Daftar Isi..... | vii |
| Daftar Gambar..... | ix |
| Daftar Tabel | xi |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Ruang Lingkup..... | 2 |
| 1.5 Metode Pengumpulan Data | 3 |
| 1.6 Sistematika Penelitian | 3 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Beton Geopolimer | 5 |
| 2.2 Material Mortar Geopolimer | 6 |
| 2.2.1 Abu Sekam Padi | 6 |
| 2.2.2 <i>Fly Ash</i> | 8 |
| 2.2.3 Alkali..... | 16 |
| 2.2.4 Agregat Halus..... | 16 |
| 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Mortar | 16 |
| 2.3.1 Rasio Naoh: Na ₂ SiO ₃ | 16 |
| 2.3.2 Perawatan (<i>curing</i>) | 19 |
| 2.3.3 Rasio <i>Precursor</i> | 23 |

| | |
|------------------------------|----|
| 2.3.4 Konsentrasi NaOH | 23 |
|------------------------------|----|

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---------------------------------|----|
| 3.1 Studi Literatur | 25 |
| 3.2 Alur Penelitian | 26 |
| 3.3 Material | 27 |
| 3.4 Persiapan Alat | 30 |
| 3.5 Tahapan Pengujian Lab | 35 |
| 3.5.1 Tahap I | 35 |
| 3.5.2 Tahap II | 35 |
| 3.5.3 Tahap III | 35 |
| 3.5.4 Tahap IV | 36 |
| 3.5.5 Tahap V | 39 |
| 3.5.6 Tahap VI | 40 |

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Hasil Pengujian Mortar Segar | 41 |
| 4.1.1. Pengujian <i>slump flow test</i> | 41 |
| 4.1.2. Pengujian <i>Setting time</i> | 43 |
| 4.2 Hasil pengujian berat jenis | 44 |
| 4.3 Pengujian Kuat Tekan | 47 |

BAB V. PENUTUP

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 49 |
| 5.2. Saran | 49 |

| | |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |
|----------------------|----|

KARTU ASISTENSI

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1. Model deskriptif aktivasi alkali <i>fly ash</i> | 9 |
| 2.2. <i>Fly ash</i> sebelum bereaksi dan setelah bereaksi dengan NaOH | 11 |
| 2.3. Perbandingan kuat tekan berdasarkan umur | 14 |
| 2.4. Perbandingan kuat tarik belah berdasarkan umur | 15 |
| 2.5. Perbandingan kekuatan lentur berdasarkan umur | 16 |
| 2.6. Pengaruh rasio alkali & <i>curing</i> terhadap kekuatan tekan untuk NaOH 8M | 17 |
| 2.7. Pengaruh rasio alkali & <i>curing</i> terhadap kekuatan tekan untuk NaOH 10 M | 17 |
| 2.8. Pengaruh rasio alkali & <i>curing</i> terhadap kuat tekan untuk NaOH 12 M.. | 18 |
| 2.9. Pengaruh rasio alkali & <i>curing</i> terhadap kuat tekan untuk NaOH 14 M..... | 18 |
| 2.10. Kekuatan kompresif mortar geopolimer dengan perawatan pada suhu 80°C untuk 4, 6, dan 20 jam..... | 20 |
| 2.11. Kekuatan kompresif mortar geopolimer dengan perawatan pada suhu 100°C selama 4, 6, dan 20 jam | 21 |
| 2.12. Kekuatan kompresif mortar geopolimer dengan perawatan pada suhu 120°C selama 4, 6, dan 20 jam | 21 |
| 3.1. Diagram Alur Penelitian | 26 |
| 3.2. Abu sekam Padi..... | 27 |
| 3.3. <i>Fly Ash</i> | 27 |
| 3.4. Natrium Hidroksida..... | 28 |
| 3.5. Agregat Halus..... | 29 |
| 3.6. Air | 29 |
| 3.7. Neraca Digital | 30 |
| 3.8. Gelas Ukur | 31 |
| 3.9. <i>Flow Table</i> | 31 |
| 3.10. Mixer..... | 32 |

| | |
|--|----|
| 3.11. <i>Mould</i> | 32 |
| 3.12. <i>Universal testing machine</i> | 33 |
| 3.13. <i>Vicat Apparatus</i> | 33 |
| 3.14. <i>Oven</i> | 34 |
| 3.15. <i>Alat Steam</i> | 34 |
| 3.16. <i>Slump flow test</i> | 37 |
| 3.17. Pengujian <i>setting time</i> | 38 |
| 3.18. Mortar yang telah dicetak..... | 38 |
| 3.19. Mortar setelah 24 jam..... | 39 |
| 3.20. Perawatan dengan Oven..... | 39 |
| 3.21. Perawatan dengan Steam | 39 |
| 3.22. Perawatan dengan Lapis Plastik..... | 40 |
| 4.1. Perbandingan kuat tekan mortar umur 7 hari | 43 |
| 4.2. Hasil pengujian berat jenis untuk benda uji mortar umur 7 hari | 44 |
| 4.3. Hasil pengujian berat jenis untuk benda uji mortar umur 28 hari | 45 |
| 4.4. Hasil pengujian kuat tekan untuk benda uji mortar umur 7 hari | 47 |
| 4.5. Hasil pengujian kuat tekan untuk benda uji mortar umur 28 hari | 47 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1. Komposisi abu sekam padi..... | 8 |
| 2.2. Komposisi kimia <i>fly ash</i> dan <i>semen portland</i> biasa..... | 10 |
| 2.3. Proporsi campuran beton menurut | 13 |
| 3.1. Rencana komposisi campuran mortar geopolimer | 36 |
| 4.1. Nilai perubahan hasil pengujian <i>setting time</i> mortar segar | 42 |
| 4.2. Berat jenis mortar geopolimer umur 7 hari | 44 |
| 4.3. Berat jenis mortar geopolimer umur 28 hari | 45 |
| 4.4. Kuat Tekan Mortar Geopolimer umur 7 hari | 46 |
| 4.5. Kuat tekan mortar geopolimer umur 28 hari..... | 48 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semen Portland merupakan material yang berfungsi sebagai bahan pengikat yang tersusun atas senyawa kimia seperti silika, alumina serta kapur. *Semen Portland* dapat juga disebut sebagai bahan perekat hidrolis yaitu apabila bahan tersebut bercampur dengan air, maka dapat bereaksi membentuk suatu benda padat yang tidak dapat terlarut dalam air.

Produksi semen sendiri menyebabkan emisi CO₂. Semakin banyak semen yang digunakan maka semakin banyak pula terjadi emisi CO₂. Untuk mengatasi dampak CO₂, maka diperlukan material lain sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton. Mortar *geopolimer* adalah beton yang sama sekali tidak menggunakan material semen *portland*.

Mortar geopolimer merupakan hasil sintesa material alamnon organik melalui proses polimerisasi. Material alam yang digunakan adalah material yang memiliki kandungan oksida silika dan alumina yang tinggi. Unsur ini diantaranya banyak terdapat pada material hasil sampingan industry. *Fly Ash* merupakan hasil pembakaran batu bara dapat digunakan sebagai sumber material untuk membuat binder yang dibutuhkan dalam campuran beton geopolimer.

Perawatan mortar(*curing*) adalah suatu usaha untuk mencegah kehilangan air pada beton segar dan membuat kondisi suhu didalam beton berada pada suhu tertentu segera setelah beton dicor sehingga sifat-sifat beton yang diinginkan dapat berkembang dengan baik. Perawatan beton sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton keras seperti keawetan, kekuatan, sifat rapat air, ketahanan abrasi, stabilitas volume dan ketahanan terhadap pembekuan.

Perawatan berfungsi untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama yang disebabkan oleh suhu. Sifat mortar yang akan dihasilkan, terutama dari segi kekuatannya, ditentukan oleh alat dan bahan yang digunakan pada proses curing. Selain itu metode yang digunakan dan lamanya proses curing juga berpengaruh. Oleh karena itu waktu untuk curing terjadwal dengan baik (Fitriani, 2010). Reaksi Polimerisasi membutuhkan panas dalam

prosesnya, oleh karena itu metode curing dengan menggunakan oven dengan suhu curing yang lebih tinggi dan waktu curing yang lebih lama cenderung lebih baik untuk menghasilkan mortar geopolimer dengan kuat tekan yang tinggi. Pada penelitian Budh & Warhade (2014) menunjukkan molaritas mortar geopolimer sangat berpengaruh pada kuat tekannya, oleh sebab itu proses perawatan (curing) menggunakan oven dengan suhu 85°C pada 48 jam menunjukkan bahwa molaritas dan kekuataanya juga meningkat.

Pada penelitian ini, *fly ash* dan abu sekam padi dipilih sebagai bahan dasar pembuatan mortar geopolimer. *Fly Ash* dan abu sekam padi ini memiliki kandungan oksida silica dan alumina yang tinggi sehingga dapat digunakan pada pembuatan mortar geopolimer. Sedangkan Na_2SiO_3 dan NaOH digunakan sebagai activator. Serta dilakukan metode perawatan terhadap mortar geopolimer untuk dilihat pengaruhnya terhadap mortar geopolimer.

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan pengujian tentang pengaruh metode perawatan terhadap karakteristik mortar geopolimer dengan *fly ash* dan abu sekam padi. Metode perawatan yang digunakan adalah penguapan (steam), oven, dan perawatan normal.

1.2. RumusanMasalah

Perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Berapa komposisi campuran optimum untuk mortar geopolimer dengan *fly ash*?
2. Bagaimana pengaruh metode perawatan (*curing*) terhadap karakteristik mortar geopolimer?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui komposisi campuran optimum mortar geopolimer dengan Abu Sekam Padi dan *Fly Ash*

2. Mengidentifikasi pengaruh metode perawatan (*curing*) terhadap karakteristik mortar geopolimer.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini mengenai pengaruh abu terbang (*fly ash*) dan abu sekam padi (*rice husk ash*) sebagai *precursor* serta larutan NaOH sebagai *activator* mortar geopolimer adalah sebagai berikut:

1. *Fly ash* dan abu sekam padi yang lolos saringan No.200 digunakan sebagai *precursor*.
2. Larutan NaOH dan Na_2SiO_3 sebagai aktivator.
3. Konsentrasi NaOH sebesar 16M.
4. Rasio aktivator sebesar 2,5.
5. Rasio agregat halus/*precursor* sebesar 2.
6. Pengujian mortar segar meliputi *slump flow test* dan *setting time*.
7. Pembuatan benda uji kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm.
8. Perawatan (*curing*) benda uji dilakukan dengan menggunakan oven, steam, dan perawatan normal.
9. Standar pengujian material menggunakan ASTM (*American Standard Testing and Material*)

1.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini sumber dari pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dengan pengujian secara langsung.

Data primer dari penelitian tugas akhir ini didapatkan dengan menggunakan 2 cara antara lain:

- a. Pengamatan langsung di laboratorium
- b. Konsultasi langsung dengan pembimbing

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari data hasil penelitian yang telah ada terdahulu. Dalam penelitian tugas akhir ini, data sekunder yang dimaksud didapat dari jurnal penelitian yang telah ada.

Data sekunder pada penelitian ini antara lain didapatkan dengan:

- a. Studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan
- b. Data-data pengujian laboratorium

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada proposal laporan tugas akhir ini disusun menjadi lima bab, dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai definisi geopolimer, bahan-bahan campuran untuk pembuatan mortar geopolimer, pengujian mortar geopolimer serta penelitian terdahulu yang dijadikan acuan untuk melakukan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dibahas mengenai studi literatur, material serta alat-alat yang digunakan dalam penelitian, serta metodologi penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang pengolahan data, waktu penelitian, tempat penelitian serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V DAFTAR PUSTAKA

Dalam bab ini dilampirkan daftar pustaka dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., Horianto., 2014. The effect of temperature and duration of curing on the strength of fly ash based geopolymer mortar. *2nd International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials 2014*. Procedia Engineering 95 (2014) 410 – 414.
- Bhutta, M. A. R., Arifin, N. F., Husin, M. W., Lim, N, S., 2013. Sulfate and sulfuric acid resistance of geopolymer mortars using waste blended ash. *Jurnal Teknologi*. 61(3): 1 - 5.
- Guo, X., Shi, H., Chen, L., Dick, W, A., “Alkali-activated complex binders from class C fly ash and Ca-containing admixtures,” *Journal of Hazardous Materials*, vol. 173, no. 1–3, pp. 480–486, 2010.
- Hakim A. Dwi Utama, S.T. (2018). Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer Dengan *Precursor fly Ash* dan Abu Sekam Padi. Palembang, Indonesia.
- J. Temuujin, A., Riessen, V., Williams, R., “Influence of calcium compounds on the mechanical properties of fly ash geopolymer pastes,” *Journal of Hazardous Materials*, vol. 167, no.1-3, pp. 82–88, 2009.
- Kim, Y., Lee, B., Saraswathy, V., Kwon, S., 2014. Strength and Durability Performance of Alkali-Activated Rice Husk Ash Geopolymer Mortar. . *The scientific world journal*, pp.1-10.
- Lloyd, N., Rangan., B., 2010. Geopolymer Concrete with Fly Ash. *Curtin University of Technology*, Perth 6845, Western Australia, Australia.
- Molina, D., Meija-Arcila, M., Gutierrez, R., (2015). “Mechanical and thermal performance of a geopolymeric and hybrid material based on fly ash, *DYNA* 83 (195), pp. 216-223. February, 2016.
- Parthiban, K., Mohan, K., 2014. Effect of Sodium Hydroxide Concentration and Alkaline Ratio on the Compressive Strength of Slag Based Geopolymer Concrete. *International Journal of ChemTech Research*. Vol.6, No.4, pp 2446-2450, July-Aug 2014.
- Rattanasak, U., Chindaprasirt, P., (2009). “Influence of NaOH solution on the synthesis of fly ash geopolymer” *Minerals Engineering* Vol. 22, pp. 1073-1078.
- Siddique. R., 2004. Performance characteristics of high-volume Class F fly ash concrete, *Department of Civil Engineering, Thapar Institute of Engineering and Technology, Deemed University, Patiala, India*.

Villaquirán-Caicedo, M., Gutiérrez, R., 2015. Synthesis of ternary geopolymers based on metakaolin, boiler slag and rice husk ash, *DYNA*, 82 (194), pp. 104-110. December, 2015.

Walah, S. E., Rangan, B. V. (2006). *Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete: Long-Term Properties*. Perth, Australia.