

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER  
BERBAHAN DASAR ABU SEKAM MENGGUNAKAN  
AGREGAT KASAR DAUR ULANG DENGAN  
VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA*  
SEBAGAI AKTIVATOR**



**MARIA TIFFANY**

**NPM : 2014410137**

**PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**KO-PEMBIMBING: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER  
BERBAHAN DASAR ABU SEKAM MENGGUNAKAN  
AGREGAT KASAR DAUR ULANG DENGAN  
VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA*  
SEBAGAI AKTIVATOR**



**MARIA TIFFANY**

**NPM : 2014410137**

**KO-PEMBIMBING**

**Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**PEMBIMBING**

**Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Maria Tiffany

NPM : 2014410137

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU SEKAM MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG DENGAN VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI AKTIVATOR”** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti ditemukan plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 4 Juli 2018



MariaTiffany

2014410137



# **STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU SEKAM MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG DENGAN VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI AKTIVATOR**

**MARIA TIFFANY**

**NPM : 2014410137**

**PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**KO-PEMBIMBING: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**JUNI 2018**

## **ABSTRAK**

Beton merupakan material yang paling banyak digunakan di bidang konstruksi. Pada proses produksi semen, dihasilkan emisi gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang mengakibatkan pemanasan global. Oleh karena itu, bahan pengganti semen yang lebih ramah lingkungan seperti abu sekam padi diperlukan. Abu sekam padi yang dicampurkan dengan aktivator *sodium hidroksida* dan *sodium silikat* akan membentuk pasta abu sekam yang dapat menggantikan semen sebanyak 70% dari total berat *binder*. Campuran dari agregat kasar daur ulang, agregat halus alami, abu sekam padi, aktivator, semen, air dan *superplasticizer* disebut sebagai beton geopolimer.

Pada studi eksperimental ini akan diteliti abu sekam padi yang diaktifkan dengan aktivator *sodium silikat*, serta *sodium hidroksida* dengan 3 variasi molaritas, yakni 10M, 12M, dan 14M. Perbandingan agregat kasar : halus : binder adalah 3,0 : 2,0 : 3,3. *Binder* terdiri dari pasta abu sekam dan pasta semen. perbandingan pasta abu sekam : pasta semen adalah 70% : 30%. Pasta abu sekam terdiri dari abu sekam dan aktivator. Perbandingan abu sekam : aktivator yaitu 1,0 : 1,3. Aktivator terdiri dari  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan NaOH. perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  : NaOH adalah 5 : 2. Pasta semen terdiri dari semen dan air. Perbandingan air : semen (dengan desain kekuatan 30 MPa di hari ke-28) adalah 0,54:1,0.

Dari pengujian, didapatkan nilai kuat tekan beton geopolimer berbahan dasar abu sekam tertinggi yaitu pada molaritas NaOH sebesar 12M dengan kuat tekan sebesar 25,83 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata pada molaritas 10M, 12M, dan 14M masing-masing adalah 20,72 MPa, 21,12 MPa, dan 21,14 MPa. Nilai kuat tarik beton geopolimer berbahan dasar abu sekam tertinggi yaitu pada molaritas NaOH sebesar 14M dengan kuat tarik sebesar 2,41 MPa. Nilai kuat tarik belah rata-rata pada molaritas 10M, 12M, dan 14M masing-masing adalah 1,90 MPa, 2,00 MPa, dan 2,37 MPa. Selain itu, nilai kuat geser beton geopolimer berbahan dasar abu sekam tertinggi yaitu pada molaritas NaOH sebesar 10M dengan kuat geser sebesar 3,40 MPa. Nilai kuat geser rata-rata pada molaritas 10M, 12M, dan 14M masing-masing adalah 2,92 MPa, 3,10 MPa, dan 2,12 MPa.

**Kata Kunci:** Beton geopolimer, abu sekam padi, aktivator, agregat kasar daur ulang, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser.





# **EXPERIMENTAL STUDY ON RICE HUSK ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH MOLAR VARIATION OF *SODIUM HYDROXIDE* AS ACTIVATOR**

**MARIA TIFFANY**

**NPM : 2014410137**

**ADVISOR: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**CO-ADVISOR: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**JUNE 2018**

## **ABSTRACT**

Concrete is the most widely used material in the field of construction. In the process of cement production, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions are produced which cause global warming. Therefore, cement replacement materials that are more environmentally friendly such as rice husk ash is needed. Rice husk ash mixed with activator sodium hydroxide and sodium silicate will form a husk ash paste which can replace the cement as much as 70% of the total weight of the binder. The mixture of recycled aggregate, natural sand, rice husk ash, activator, cement, water and superplasticizer is called geopolymer concrete.

In this experimental study, rice husk ash will be activated with sodium silicate and sodium hydroxide with 3 variations of molarity, which are 10M, 12M, and 14M as the activator. The ratio of coarse recycled aggregate : sand : the binder is 3.0 : 2.0 : 3.3. The binder consists of husk ash paste and cement paste. The ratio of husk ash paste: cement paste is 70%: 30%. The husk ash paste is made up of husk ash and activator. The ratio of ash husk: activator is 1.0: 1.3. The activator consists of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> and NaOH. The ratio of Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> : NaOH is 5 : 2. Cement paste consists of cement and water. The ratio of water : cement (with 30MPa compressive strength design at the 28<sup>th</sup> day) is 0.54: 1.0.

From the test, the highest compressive strength of geopolymer concrete on 12M concentrated NaOH with the value of 25.83 MPa. The average compressive strength values on 10M, 12M, and 14M molarities are 20.72 MPa, 21.12 MPa, and 21.14 MPa respectively. The highest splitting tensile strength of geopolymer concrete on 14M concentrated NaOH with the splitting tensile strength of 2.41 MPa. The average tensile strength values on 10M, 12M, and 14M molarities are 1.90 MPa, 2.00 MPa, and 2.37 MPa respectively. In addition, the highest shear strength of geopolymer concrete on 10M concentrated NaOH with the value of 3.40 MPa. The average shear strength values on 10M, 12M, and 14M molarities are 2.92 MPa, 3.10 MPa, and 2.12 MPa respectively.

**Keywords:** Geopolymer concrete, rice husk ash, activator, coarse recycled aggregate, compressive strength, splitting tensile strength, shear strength.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR ABU SEKAM MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG DENGAN VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI AKTIVATOR”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan kuliah tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T.,M.T. selaku ko-pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing, memberi masukan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
3. Ibu Yuyu selaku bagian Laboratorium Batubara Puslitbang TekMIRA yang telah membantu penggerusan dan pengayakan abu sekam;
4. Orang tua penulis Irfan Natakesuma Chaidir dan Henny yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa selama penulis menyelesaikan skripsi ini;
5. Adik penulis Teresa Davina yang selalu mengingatkan penulis untuk mengerjakan skripsi;
6. Tian yang senantiasa menyertai penulis, memberikan semangat, serta membantu penulis dalam menyusun skripsi ini;
7. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberikan masukan dan saran;

8. Bapak Ir. Teguh Farid dan Bapak Markus Didi yang banyak membantu dan memberi arahan dalam persiapan bahan, pembuatan benda uji, dan uji eksperimental di laboratorium;
9. Christian, Alfred, Meilita, Cindy, Adhit, Hendy, Keprat, Putri, dan teman-teman lainnya yang selalu menghibur penulis serta membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi;
10. Tema-teman seperjuangan skripsi, Jason, Remy, Ressa, Mario, Astrid, Annisa, dan Hans yang telah memberi bantuan fisik dan mental selama menyusun skripsi ini;
11. Serta pihak-pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah wawasan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, Juni 2018



Maria Tiffany

2014410137

# DAFTAR ISI

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| ABSTRAK .....                     | iii   |
| ABSTRACT .....                    | v     |
| PRAKATA .....                     | vii   |
| DAFTAR ISI .....                  | ix    |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN ..... | xii   |
| DAFTAR GAMBAR .....               | xv    |
| DAFTAR TABEL .....                | xvii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....             | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....           | 1-1   |
| 1.1 Latar Belakang .....          | 1-1   |
| 1.2 Inti Permasalahan .....       | 1-3   |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....       | 1-3   |
| 1.4 Lingkup Penelitian .....      | 1-3   |
| 1.5 Metode Penelitian .....       | 1-4   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....   | 1-6   |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....      | 2-1   |
| 2.1 Beton .....                   | 2-1   |
| 2.2 Beton Geopolimer .....        | 2-3   |
| 2.3 Material beton .....          | 2-4   |
| 2.3.1 Agregat Kasar .....         | 2-4   |
| 2.3.2 Agregat Halus .....         | 2-5   |
| 2.3.3 Abu Sekam Padi .....        | 2-6   |
| 2.3.4 Aktivator .....             | 2-7   |
| 2.3.5 Semen Portland .....        | 2-8   |
| 2.3.6 Air .....                   | 2-8   |

|   |  |      |
|---|--|------|
| 2.3.7   | Superplasticizer .....                                   | 2-9  |
| 2.4   | Metode Pengujian Beton Geopolimer.....                   | 2-9  |
| 2.4.1   | Uji Kuat Tekan .....                                     | 2-9  |
| 2.4.2   | Uji Kuat Tarik Belah .....                               | 2-10 |
| 2.4.3   | Uji Kuat Geser .....                                     | 2-11 |
| 2.5   | Metode Perawatan ( <i>Curing</i> ) Beton Geopolimer..... | 2-11 |
| 2.6   | Analisis Statistik .....                                 | 2-12 |
| BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN ..... |  | 3-1  |
| 3.1   | Bahan dan Benda Uji .....                                | 3-1  |
| 3.1.1   | Bahan Uji.....   | 3-1  |
| 3.1.2   | Benda Uji.....   | 3-8  |
| 3.2   | Pengujian Benda Uji .....                                | 3-11 |
| 3.2.1   | Pengujian agregat kasar .....                            | 3-11 |
| 3.2.2   | Pengujian Agregat Halus .....                            | 3-16 |
| 3.2.3   | Pengujian Abu Sekam Padi .....                           | 3-20 |
| 3.3   | Mix Design Beton Geopolimer.....                         | 3-20 |
| 3.4   | Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Beton Geopolimer .....   | 3-22 |
| 3.4.1   | Pembuatan Larutan Aktivator.....                         | 3-22 |
| 3.4.2   | Pencampuran bahan dan pengecoran.....                    | 3-23 |
| 3.4.3   | Perawatan Beton / <i>Curing</i> .....                    | 3-26 |
| 3.5   | Proses Pengujian Benda Uji Beton Geopolimer .....        | 3-27 |
| 3.5.1   | Uji Kuat Tekan .....                                     | 3-27 |
| 3.5.2   | Uji Kuat Tarik Belah .....                               | 3-30 |
| 3.5.3   | Uji Kuat Geser .....                                     | 3-32 |
| BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN .....            |  | 4-1  |
| 4.1   | Berat Jenis.....   | 4-1  |

|                                  |  |     |
|----------------------------------|--|-----|
| 4.2                              | Analisis Uji Kuat Tekan .....                                | 4-2 |
| 4.2.1                            | Analisis Faktor Umur Kuat Tekan Beton Geopolimer .....       | 4-2 |
| 4.2.2                            | Analisis Kuat Tekan Beton Geopolimer pada Umur 28 Hari ..... | 4-6 |
| 4.2.3                            | Analisis Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer pada Umur 28 Hari | 4-8 |
| 4.2.4                            | Analisis Kuat Geser Beton Geopolimer Pada Umur 28 Hari.....  | 4-9 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN ..... |  | 5-1 |
| 5.1                              | Kesimpulan.....  | 5-1 |
| 5.2                              | Saran.....   | 5-2 |
| DAFTAR PUSTAKA .....             |  | xix |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|                                |                                      |                    |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| $\alpha$                       | = Koefisien kuat tarik belah         |                    |
| $f_c$                          | = Kuat tekan beton                   | (MPa)              |
| $f_c'$                         | = Kuat tekan karakteristik beton     | (MPa)              |
| $f_{ct}$                       | = Kuat tarik beton                   | (MPa)              |
| $f_v$                          | = Kuat geser beton                   | (MPa)              |
| A                              | = Luas permukaan benda uji tertekan  | (mm <sup>2</sup> ) |
| Ar                             | = Massa atom relatif                 |                    |
| C                              | = Gaya tekan beton                   | (N)                |
| D                              | = Diameter benda uji                 | (mm)               |
| P                              | = Panjang benda uji                  | (mm)               |
| S                              | = Gaya geser beton                   |                    |
| T                              | = Tinggi benda uji                   | (mm)               |
| T                              | = Gaya tarik belah beton             |                    |
| L                              | = Lebar benda uji                    | (mm)               |
| n                              | = Mol                                |                    |
| M                              | = Molaritas                          | (M)                |
| Mr                             | = Massa atom relatif unsur           |                    |
| P                              | = Beban                              | (N)                |
| V                              | = Volume benda uji                   | (mm <sup>2</sup> ) |
| ACI                            | = <i>American Concrete Institute</i> |                    |
| AD                             | = <i>Air Dry</i>                     |                    |
| Al                             | = Aluminium                          |                    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | = <i>Aluminium Trioksida</i>         |                    |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| ASTM                             | = <i>American Society for Testing and Material</i> |
| C                                | = Karbon   |
| CaO                              | = <i>Kalsium Oksida</i>                            |
| Cl                               | = Klorida  |
| CO <sub>2</sub>                  | = <i>Karbon Dioksida</i>                           |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | = <i>Krom (III) Oksida</i>                         |
| CTM                              | = Compression Testing Machine                      |
| Fe                               | = Besi   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | = <i>Besi (II) Trioksida</i>                       |
| H                                | = Hidrogen   |
| H <sub>2</sub> O                 | = Air  |
| K <sub>2</sub> O                 | = <i>Kalium Dioksida</i>                           |
| M                                | = Alkali   |
| MnO <sub>2</sub>                 | = <i>Mangan (IV) Oksida</i>                        |
| MgO                              | = <i>Magnesium Oksida</i>                          |
| Na                               | = Natrium  |
| NaOH                             | = <i>Sodium Hidroksida</i>                         |
| NaOH <sub>(l)</sub>              | = <i>Sodium Hidroksida (liquid)</i>                |
| NaOH <sub>(s)</sub>              | = <i>Sodium Hidroksida (solid)</i>                 |
| Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> | = <i>Sodium Silikat</i>                            |
| Na <sub>2</sub> O                | = <i>Sodium Oksida</i>                             |
| OD                               | = <i>Oven Dry</i>                                  |
| PBI                              | = Peraturan Beton Indonesia                        |
| S                                | = Sulfat   |
| SG                               | = <i>Specific Gravity</i>                          |

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| Si               | = Silika                       |
| SiO <sub>2</sub> | = <i>Silikat Dioksida</i>      |
| SNI              | = Standar Nasional Indonesia   |
| SO <sub>3</sub>  | = <i>Sulfat Trioksida</i>      |
| SP               | = <i>Superplasticizer</i>      |
| SSD              | = <i>Saturated Surface Dry</i> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |      |
|--|------|
| Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian .....                           | 1-5  |
| Gambar 2.1 Kondisi Agregat .....                                   | 2-5  |
| Gambar 2.2 Uji Kuat Tekan .....                                    | 2-10 |
| Gambar 2.3 Uji Kuat Tarik Belah .....                              | 2-11 |
| Gambar 3.1 Agregat kasar diayak ayakan 19 mm .....                 | 3-1  |
| Gambar 3.2 Agregat kasar diayak ayakan nomor 4 .....               | 3-2  |
| Gambar 3.3 <i>Stone crusher</i> .....                              | 3-2  |
| Gambar 3.4 Agregat halus sebelum diayak .....                      | 3-3  |
| Gambar 3.5 Agregat halus saat diayak dengan saringan nomor 4 ..... | 3-3  |
| Gambar 3.6 Agregat halus setelah dicuci .....                      | 3-4  |
| Gambar 3.7 Abu sekam padi setelah diayak ayakan nomor 200 .....    | 3-4  |
| Gambar 3.8 <i>Sodium Silikat</i> .....                             | 3-5  |
| Gambar 3.9 <i>Sodium Hidroksida</i> .....                          | 3-6  |
| Gambar 3.10 Semen PCC .....  | 3-7  |
| Gambar 3.11 <i>Superplasticizer</i> .....                          | 3-8  |
| Gambar 3.12 Benda uji tekan dan tarik belah .....                  | 3-9  |
| Gambar 3.13 Benda uji geser .....                                  | 3-10 |
| Gambar 3.14 Uji kadar air agregat kasar .....                      | 3-11 |
| Gambar 3.15 Uji silt & clay agregat kasar .....                    | 3-12 |
| Gambar 3.16 Uji absorpsi agregat kasar .....                       | 3-13 |
| Gambar 3.17 Berat isi gembur agregat kasar .....                   | 3-15 |
| Gambar 3.18 Berat isi padat agregat kasar .....                    | 3-15 |
| Gambar 3.19 Larutan aktivator .....                                | 3-23 |
| Gambar 3.20 Mixer kecil .....                                      | 3-24 |
| Gambar 3.21 Vibrator .....   | 3-24 |
| Gambar 3.22 Plastik mika .....                                     | 3-25 |
| Gambar 3.23 Cetakan silinder .....                                 | 3-25 |
| Gambar 3.24 <i>Curing</i> beton .....                              | 3-27 |
| Gambar 3.25 Uji kuat tekan .....                                   | 3-28 |
| Gambar 3.26 Beban maksimum kuat tekan .....                        | 3-28 |

|   |      |
|---|------|
| Gambar 3.27 Benda uji setelah diuji kuat tekan.....                             | 3-29 |
| Gambar 3.28 Uji kuat tarik belah .....  | 3-31 |
| Gambar 3.29 Beban maksimum kuat tarik belah .....                               | 3-31 |
| Gambar 3.30 Hasil uji kuat tarik belah.....                                     | 3-32 |
| Gambar 3.31 Pemasangan benda uji geser .....                                    | 3-33 |
| Gambar 3.32 Uji geser.....  | 3-33 |
| Gambar 3.33 Beban maksimum uji geser.....                                       | 3-34 |
| Gambar 3.34 Benda uji setelah diuji geser .....                                 | 3-34 |
| Gambar 4.1 Perbandingan Umur Uji dan Faktor Umur Uji/Kuat Tekan 12M.....        | 4-3  |
| Gambar 4.2 Umur Uji vs Kuat Tekan Regresi .....                                 | 4-4  |
| Gambar 4.3 Estimasi Kuat Tekan Karakteristik 12M .....                          | 4-6  |
| Gambar 4.4 Kuat tekan hari ke-28.....   | 4-7  |
| Gambar 4.5 Perbandingan kuat tekan rata-rata berdasarkan variasi molaritas..... | 4-7  |
| Gambar 4.6 Kuat Tarik Belah hari ke-28 .....                                    | 4-8  |
| Gambar 4.7 Perbandingan Kuat Tarik Rata-Rata Berdasarkan Variasi Molaritas.     | 4-9  |
| Gambar 4.8 Kuat Geser di hari ke-28.....  | 4-10 |
| Gambar 4.9 Perbandingan Kuat Geser Rata-Rata Berdasarkan Variasi Molaritas      | 4-10 |

## DAFTAR TABEL

|  |      |
|--|------|
| Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi dari Laboratorium Pengujian TekMIRA ..... | 2-6  |
| Tabel 2.2 Komposisi Kimia Semen Portland.....                                      | 2-8  |
| Tabel 3.1 Spesifikasi dan Variasi Benda Uji .....                                  | 3-10 |
| Tabel 3.2 Kadar Air Agregat Kasar .....  | 3-11 |
| Tabel 3.3 Kadar Silt & Clay Agregat Kasar .....                                    | 3-12 |
| Tabel 3.4 Absorpsi Agregat Kasar .....   | 3-13 |
| Tabel 3,5 <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....                               | 3-14 |
| Tabel 3,6 Berat isi (Gembur) Agregat Kasar .....                                   | 3-14 |
| Tabel 3,7 Berat Isi (Padat) Agregat Kasar .....                                    | 3-14 |
| Tabel 3.8 Gradasi dan Modulus Kehalusan Butir Agregat Kasar .....                  | 3-16 |
| Tabel 3.9 Kadar Air Agregat Halus .....  | 3-17 |
| Tabel 3.10 Kadar Air Agregat Halus .....   | 3-17 |
| Tabel 3.11 <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....                              | 3-18 |
| Tabel 3.12 Absorpsi Agregat Halus .....  | 3-18 |
| Tabel 3.13 Berat Isi (Gembur) Agregat Halus .....                                  | 3-18 |
| Tabel 3.14 Berat Isi (Padat) Agregat Halus .....                                   | 3-19 |
| Tabel 3.15 Kadar Air Abu Sekam.....  | 3-20 |
| Tabel 3.16 Perhitungan Total Bahan.....  | 3-21 |
| Tabel 3.17 Berat air dan NaOH <sub>(s)</sub> .....                                 | 3-21 |
| Tabel 4.1 Berat Jenis Beton .....  | 4-1  |
| Tabel 4.2 Nilai Faktor Umur/Kuat Tekan 12M .....                                   | 4-2  |
| Tabel 4.3 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 12M.....                              | 4-4  |
| Tabel 4.4 Estimasi kuat tekan 28 hari & kuat tekan karakteristik 12M.....          | 4-5  |
| Tabel 4.5 Kuat tekan 28 hari .....   | 4-6  |
| Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tarik Belah .....   | 4-8  |
| Tabel 4.7 Kuat Geser Beton Geopolimer .....  | 4-9  |

# **DAFTAR LAMPIRAN**

## **LAMPIRAN A**

HASIL ANALISIS KANDUNGAN ABU SEKAM DARI PUSLITBANG  
TEKMIRA

## **LAMPIRAN B**

PENGGERUSAN DAN PENGAYAKAN ABU SEKAM

## **LAMPIRAN C**

TRIAL MIX

## **LAMPIRAN D**

PERHITUNGAN MIX DESIGN

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini, pembangunan di bidang infrastruktur dan konstruksi menjadi salah satu fokus utama Pemerintah Indonesia. Pada 2017, jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mencapai hampir 262 juta jiwa. Berdasarkan laporan Bappenas dalam Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035, jumlah penduduk Indonesia pada 2020 akan mencapai 271 juta jiwa atau bertambah 10 juta dari jumlah penduduk pada tahun lalu. Pada 2035, jumlah penduduk Indonesia akan menembus 300 juta. Seiring dengan pesatnya perkembangan di sector konstruksi, maka kebutuhan akan bahan baku konstruksi juga turut meningkat.

Beton (*concrete*) adalah bahan bangunan yang terpenting di samping kayu dan logam. Di antara ketiga material tersebut, beton merupakan material yang paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi karena proses pembuatannya relatif sederhana, harganya relatif murah, memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap api, dan dapat dibuat sesuai ukuran yang diinginkan. Dewasa ini, bahan beton amat mempengaruhi kehidupan manusia karena digunakan untuk membuat rumah atau gedung, jalan raya, jalan kereta api, lapangan terbang, pelabuhan, bangunan air, terowongan, bangunan lepas pantai, kapal dan lain-lainnya termasuk untuk membuat patung karya seni. Baja lebih jarang digunakan karena harganya lebih mahal, sedangkan kayu lebih jarang digunakan karena mudah terbakar dan berasal dari alam yang haru dijaga kelestariannya. Pada umumnya, beton terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, pasta semen, dan air.

Pada proses produksi semen, dihasilkan emisi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang mengakibatkan pemanasan global. Menurut Davidovits (1994), Untuk memproduksi satu ton semen, gas rumah kaca yang dihasilkannya sebesar kurang lebih satu ton juga. Gas ini dilepaskan ke atmosfer kita dengan bebas dan kemudian merusakkan lingkungan hidup kita, di antaranya menyebabkan pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan bahan pengganti semen yang lebih ramah lingkungan.

Beton Geopolimer merupakan material ramah lingkungan yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton semen di masa mendatang. Beton geopolimer tersusun dari sintesa bahan-bahan alam non organik melalui proses polimerisasi. Proses pembuatan beton geopolimer tidak memerlukan banyak energi. Pembuatan beton geopolimer mampu menurunkan emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh proses produksi semen hingga tinggal 20 persen saja. Beton geopolimer sendiri merupakan sebuah senyawa silikat alumino anorganik yang disintesis dari bahan – bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*), abu sekam padi (*rice husk ash*), dan lain – lain. Geopolimer merupakan produk beton geosintetik dimana reaksi pengikatan yang terjadi adalah reaksi polimerisasi.

Indonesia adalah negara produsen beras nomor 3 di dunia. Dalam setiap 1000 kg padi yang digiling akan dihasilkan 220 kg (22%) kulit sekam. Jika kulit sekam itu dibakar pada tungku pembakar, akan dihasilkan sekitar 55 kg (25%) RHA. Abu sekam padi mengandung komposisi silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang besar, yakni 94% – 96%. Abu sekam adalah limbah pertanian yang merupakan hasil dari proses pembakaran sekam padi. Agar abu sekam padi dapat dijadikan sebagai binder untuk beton, perlu ditambahkan aktivator yang mengandung unsur alkali (1A). Aktivator berupa *Sodium Silikat* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan *Sodium Hidroksida* ( $\text{NaOH}$ ) merupakan aktivator yang efektif untuk abu sekam.

Pada umumnya, digunakan agregat halus dan kasar yang berasal dari alam untuk membuat beton. Namun, apabila diambil terus menerus, hal ini dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan alternatif agregat lain. Salah satu alternatif agregat alam adalah agregat daur ulang. Agregat daur ulang didapatkan dari beton bekas uji silinder di lab dan beton yang berasal dari pembongkaran bangunan yang dihancurkan sesuai dengan gradasi yang diinginkan. Keuntungan dari penggunaan agregat daur ulang adalah lebih murah, mengurangi limbah pembangunan, serta mengurangi eksploitasi sumber daya alam.

Bahan yang digunakan pada eksperimen ini adalah agregat kasar daur ulang, agregat halus alami, abu sekam padi, aktivator, semen, air dan *superplasticizer*. penentuan komposisi (*mix design*) bahan-bahan tersebut dilakukan dengan cara coba-coba (*trial mix*) berdasarkan penelitian terdahulu karena belum banyaknya



penelitian mengenai beton geopolimer sehingga belum ada metode yang dapat digunakan untuk langsung menentukan komposisi dengan tepat.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan optimum beton geopolimer yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, air, abu sekam, *Sodium Hidroksida* (NaOH), *Sodium Silikat* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), semen, air, dan *superplasticizer*. Pengujian dilakukan dalam benda uji silinder berdiameter 10cm untuk mengetahui kuat tekan dan kuat Tarik belah pada 28 hari untuk molaritas 10M, 12M, dan 14M. Untuk pengujian uji kuat geser dilakukan dalam benda uji balok untuk molaritas 10M, 12M, dan 14M. Selain itu, faktor umur abu sekam juga akan diuji untuk uji kuat tekan dengan molaritas 12M.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh abu sekam dan semen sebagai binder terhadap campuran beton geopolimer.
2. Mengetahui pengaruh kadar agregat dan binder terhadap kekuatan beton geopolimer.
3. Mengetahui pengaruh variasi molaritas *Sodium Hidroksida* terhadap kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat geser beton geopolimer.
4. Mengetahui hubungan umur terhadap kuat tekan beton geopolimer.
5. Mengetahui nilai kuat tekan, kuat Tarik belah, dan kuat geser beton pada 28 hari pada molaritas 10M, 12M, dan 14M.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar yang digunakan berjenis daur ulang dengan  $f_c'$  antara 25 MPa-30 MPa dalam kondisi SSD dan berukuran maksimum 19mm.
2. Agregat halus yang digunakan berjenis alami dengan ukuran maksimum 4,75mm.
3. Abu sekam yang digunakan merupakan abu yang sudah dihaluskan dan lolos saringan No.200.

4. Perbandingan agregat kasar : halus : *binder* (hasil trial mix)= 3 : 2 : 3,33
5. Perbandingan pasta abu sekam : pasta semen = 70% : 30%
6. Perbandingan Abu sekam : aktivator (hasil trial mix)= 1 : 1,3
7. Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  : NaOH = 5 : 2.
8. Perbandingan air:semen (dengan desain kekuatan 30 MPa di hari ke-28) = 0,54 : 1
9. Perbandingan (air+aktivator) : (abu sekam+semen) = 1,003 : 1
10. Larutan aktivator yang digunakan adalah sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan Sodium Hidroksida (NaOH) dengan molaritas 10M, 12M, dan 14M.
11. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement* merek tiga roda
12. *Superplazticiter* yang digunakan adalah sebanyak 0,486% dari berat binder
13. Pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm pada umur 3, 7, 14, 21, 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing umur untuk molaritas 12M, serta pada umur 28 hari sebanyak masing-masing 3 buah untuk molaritas 10M dan 14M.
14. Pengujian kuat Tarik belah beton menggunakan silinder berdiameter 100mm dan tinggi 200 mm pada umur 28 hari sebanyak masing-masing 3 buah sampel untuk molaritas 10M, 12M, dan 14M.
15. Pengujian kuat geser beton menggunakan 3 buah benda uji berbentuk balok berukuran 100 mm x 100 mm x 300 mm pada umur 28 hari sebanyak masing-masing 3 buah sampel untuk molaritas 10M, 12M, dan 14M.

## 1.5 Metode Penelitian

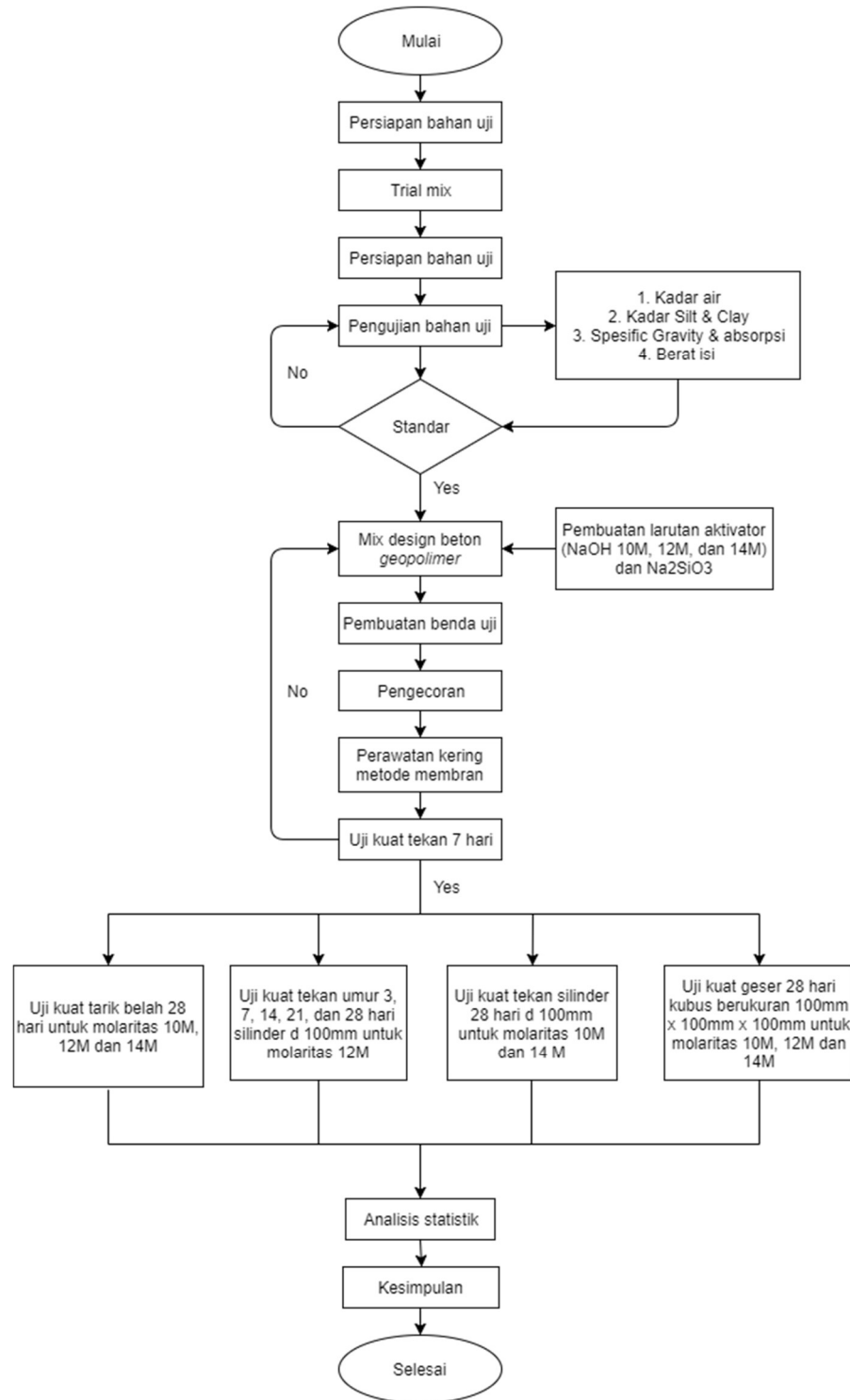
### 1. Studi Literatur

Studi literatur berfungsi sebagai acuan dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi serta pengetahuan yang dibutuhkan untuk studi eksperimental yang akan dilakukan. Literatur yang digunakan berupa buku, *E-book*, internet, jurnal, paper, dsb.

### 2. Studi Eksperimental

Pengujian yang dilakukan terhadap beton geopolimer adalah uji kuat tekan, dan uji kuat tarik menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Kemudian untuk pengujian kuat geser menggunakan alat *Universal Testing*

*Machine*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan. Kemudian setelah pengujian eksperimental maka akan dilakukan analisis yang ditampilkan dalam hasil grafik.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB 1 Pendahuluan.**

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka.**

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori dan dasar-dasar teori yang sudah ada sebelumnya yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

### **BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian.**

Pada bab ini akan dibahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Universitas Katolik Parahyangan.

### **BAB 4 Analisis Hasil Pengujian.**

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis hasil pengujian serta membandingkannya dengan hasil perhitungan secara teoritis.

### **BAB 5 Simpulan dan Saran.**

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis serta saran-saran yang dapat diusulkan dari pengujian yang telah dilakukan agar hasil dari penelitian dapat menjadi baik.