

# **SKRIPSI**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH MOLARITAS SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH MORTAR *ALKALI- ACTIVATED* DENGAN BAHAN DASAR *SLAG* FERRONIKEL HALUS DENGAN LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA DAN SODIUM SILIKAT SEBAGAI AKTIVATOR**



**ALBERT KUNCORO**  
**NPM: 2015410048**

**PEMBIMBING : Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**  
**JULI 2019**

# SKRIPSI

## STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH MOLARITAS SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH MORTAR *ALKALI- ACTIVATED* DENGAN BAHAN DASAR *SLAG* FERRONIKEL HALUS DENGAN LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA DAN SODIUM SILIKAT SEBAGAI AKTIVATOR



**ALBERT KUNCORO**  
NPM: 2015410048

**BANDUNG, JULI 2019**

**PEMBIMBING:**

**Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**  
**JULI 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Albert Kuncoro

NPM : 2015410048

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH MOLARITAS SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH MORTAR *ALKALI-ACTIVATED* DENGAN BAHAN DASAR *SLAG* FERRONIKEL HALUS DENGAN LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA DAN SODIUM SILIKAT SEBAGAI AKTIVATOR" adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 1 Juli 2019



Albert Kuncoro

NPM: 2015410048

# **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH MOLARITAS SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH MORTAR *ALKALI- ACTIVATED* DENGAN BAHAN DASAR *SLAG* FERRONIKEL HALUS DENGAN LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA DAN SODIUM SILIKAT SEBAGAI AKTIVATOR**

**Albert Kuncoro**  
**NPM : 2015410048**

**Pembimbing : Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**  
**BANDUNG**  
**JUNI 2018**

## **ABSTRAK**

Semen Portland merupakan salah satu material konstruksi yang paling populer digunakan pada beton dan mortar sebagai material pengikat. Produksi semen portland membutuhkan energi termal yang besar dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang sangat tinggi. Tingginya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan industri semen membuat pemerintah mengeluarkan kebijakan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca lewat Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 12 Tahun 2012. Menyikapi hal tersebut, perkembangan teknologi material dapat dikembangkan untuk mencari alternatif lain untuk menggantikan peran semen Portland dengan material yang lebih ramah lingkungan, sehingga dampak negatif dari penggunaan semen Portland akan berkurang. Pada uji eksperimental ini, bahan limbah berupa *slag* ferronikel halus digunakan sebagai material pengganti semen pada mortar dengan larutan sodium hidroksida dan sodium silikat sebagai aktivator. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian kelecakan (*workability*), kuat tekan, dan kuat tarik belah. Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap kubus  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ , sedangkan pengujian kuat tarik belah dilakukan terhadap silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 100 mm. Pengujian dilakukan pada umur 3, 7, 14, 28, dan 56 hari. Pengujian kuat tekan mortar pada umur 28 hari menunjukkan bahwa variasi mortar *alkali-activated* dengan molaritas sodium hidroksida 6M, 8M, dan 10M menghasilkan nilai secara berurutan 32,22 MPa, 33,72 MPa, dan 30,68 MPa, sedangkan kuat tekan mortar semen dengan w/c 0,5 menghasilkan nilai 35,01 MPa. Pengujian kuat tarik belah mortar umur 28 hari menunjukkan bahwa variasi mortar *alkali-activated* dengan molaritas sodium hidroksida 6M, 8M, dan 10M menghasilkan nilai secara berurutan 2,59 MPa, 2,49 MPa, dan 2,64 MPa, sedangkan kuat tarik belah mortar semen dengan w/c 0,5 menghasilkan nilai 2,22 MPa. Nilai kuat tekan mortar *alkali-activated* yang optimum didapatkan pada molaritas sodium hidroksida 8M dengan nilai 33,72 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah optimum didapatkan pada molaritas sodium hidroksida 10M dengan nilai 2,63 MPa.

Kata Kunci: *alkali-activated material*, kuat tarik belah, kuat tekan, mortar, *slag* ferronikel halus



# **EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF SODIUM HYDROXIDE MOLARITY ON COMPRESSIVE AND SPLITTING TENSILE STRENGTH OF ALKALI ACTIVATED GROUND GRANULATED FERRONICKEL SLAG MORTAR WITH SODIUM HYDROXIDE AND SODIUM SILICATE AS ACTIVATOR**

**Albert Kuncoro**  
**NPM : 2015410048**

**Advisor : Herry Suryadi, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**  
**BANDUNG**  
**DECEMBER 2018**

## **ABSTRACT**

Portland cement is one of the most popular construction material used in concrete and mortar as binder. Portland cement production process that required a large thermal energy, which produced massive greenhouse gas emissions. In order to reduce the greenhouse gas emissions which produced by the cement industry, the government issued the greenhouse gas policies through Minister of Industry's Regulation No. 12 of 2012. To contribute to those policies, material technology improvement can be developed for exploring an alternative to replace the role of Portland cement with enviromental friendly materials. Therefore, the negative impacts caused by Portland cement production can be reduced. In this experiment, ground granulated ferronickel slag which acted as the waste material were used as a cement replacement material in mortar with sodium hydroxide and sodium silicate as activator. The tests were performed are workability test, compressive strength and splitting tensile strength. Compressive strength tests were carried out on cube  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ , while splitting tensile strength tests were carried out on cylinders with diameter of 50 mm and height of 100 mm. Tests were conducted at the ages of 3, 7, 14, 28 and 56 days. The 28-day mortar compressive strength tests showed that variations in alkali-activated with sodium hydroxide molarity of 6M, 8M, and 10M were 32.22 MPa, 33.72 MPa, and 30.68 MPa respectively, whereas the compressive strength cement mortar with w/c 0.5 was 35.01 MPa. Meanwhile, the 28-day mortar split tensile strength tests showed the variations in alkali-activated with sodium hydroxide molarity of 6M, 8M, and 10M were 2.59 MPa, 2.49 MPa, and 2.64 MPa respectively, whereas the splitting tensile strength cement mortar with w/c 0.5 was 2.22 MPa. The optimum compressive strength value of alkali-activated mortar was obtained at sodium hydroxide molarity of 8M with value of 33.72 MPa, while the optimum splitting tensile strength was obtained at sodium hydroxide molarity of 10M with a value of 2.63 MPa.

Keywords: alkali-activated material, compressive strength, ground granulated ferronickel slag, mortar, splitting tensile-strength.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH MOLARITAS SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH MORTAR *ALKALI-ACTIVATED* DENGAN BAHAN DASAR *SLAG FERRONIKEL HALUS* DENGAN LARUTAN SODIUM HIDROKSIDA DAN SODIUM SILIKAT SEBAGAI AKTIVATOR”** dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi tingkat S-1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan Bandung. Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis tetapi berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, menyediakan waktu dan memberikan ilmu dalam membimbing selama pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Paulus Karta Wijaya dan Ibu Buen Sian, Ir., M.T. selaku dosen penguji pada sidang skripsi yang telah meluangkan waktunya dalam memberi kritik dan saran.
3. Orang tua penulis, serta saudara kandung penulis, yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungan.
4. Teman-teman seperjuangan skripsi, Gilbert Ekatama, Tommy, Hawe, dan SB yang saling membantu dan memberi dukungan satu sama lain.
5. Bapak Teguh Farid, S. T., Bapak Didi, dan Bapak Heri yang telah membantu dalam proses pembuatan benda uji dan pengujian di Laboratorium.
6. Pasangan dari penulis, Jazlyn yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan membantu dalam proses penelitian ini.
7. Teman – teman penelitian penulis, Agung, Anro, Martinus Sunandar, Joanne, Bang Dhia, Bintang, Jason, dan Steven yang saling membantu dan menemani dalam proses penelitian baik didalam dan diluar laboratorium.



8. Teman – teman dekat penulis, Jeanly Syahputri, Evan Darian, Christian William, Eduardus, Stevan Samosir, Natalia Lioe, Yohanes Suryanto, Frinda Tamala, Marie, dan Natasha (ata) yang selalu mendukung dan menemani penulis dalam proses penelitian.
9. Teman-teman angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu, mendoakan, dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang turut membantu, memberikan dorongan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis menerima saran dan kritik yang membangun dan semoga skripsi ini dapat berguna untuk pembaca dan penelitian di masa mendatang.

Bandung, 1 Juli 2019

Penulis,

A handwritten signature in black ink that reads "Albert". The signature is stylized with a large, bold 'A' and a cursive 'lbert'.

Albert Kuncoro

NPM : 2015410048

# DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metodologi Penelitian.....	1-3
1.6 Diagram Alir.....	1-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-6
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1 Mortar.....	2-1
2.2 Mortar Semen.....	2-1
2.3 Mortar <i>Alkali Activated</i> .....	2-1
2.3.1 <i>Alkaline Liquid to Binder (AL/B)</i> .....	2-1
2.3.2 Aktivator.....	2-2
2.3.3 Molaritas larutan.....	2-2
2.4 Material Mortar <i>Alkali Activated</i> .....	2-2
2.4.1 <i>Ferronickel Ground Granulated Blast Furnace Slag (FGGBFS)</i> .....	2-3

2.4.2 Agregat Halus .....	2-5
2.4.3 Air .....	2-5
2.4.4 <i>Alkaline Liquid</i> .....	2-6
2.5 <i>Superplasticizer</i> .....	2-8
<b>BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Properti Material.....	3-1
3.1.1 <i>Slag</i> Ferronikel .....	3-1
3.1.2 Semen Portland.....	3-2
3.1.3 Agregat Halus .....	3-3
3.1.4 Sodium Hidroksida (NaOH).....	3-6
3.1.5 Sodium Silikat (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ).....	3-7
3.1.6 <i>Alkaline Liquid</i> .....	3-8
3.2 Proporsi Campuran Mortar.....	3-10
3.2.1 Proporsi Campuran Mortar Semen.....	3-10
3.2.2 Proporsi Campuran Mortar <i>Alkali Activated</i> .....	3-11
3.3 Prosedur Pembuatan Larutan.....	3-12
3.4 Prosedur Pengecoran .....	3-13
3.5 Uji Kuat Tekan .....	3-15
3.6 Uji Kuat Tarik Belah .....	3-16
3.7 Uji Flow Table.....	3-18
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Perhitungan Uji <i>Flow Table</i> .....	4-1
4.2 Perhitungan Berat Isi .....	4-5
4.3 Perhitungan Uji Kuat Tekan .....	4-6
4.3.1 Kuat Tekan Mortar Semen .....	4-6
4.3.2 Kuat Tekan Mortar <i>Alkali Activated</i> 6M .....	4-11

4.3.3 Kuat Tekan Mortar <i>Alkali Activated</i> 8M.....	4-13
4.3.4 Kuat Tekan Mortar <i>Alkali Activated</i> 10M.....	4-14
4.3.5 Perbandingan Kuat Tekan.....	4-16
4.4 Perhitungan Uji Kuat Tarik Belah .....	4-17
4.4.1 Kuat Tarik Belah Mortar Semen.....	4-17
4.4.2 Kuat Tarik Belah <i>Alkali Activated</i> 6M.....	4-22
4.4.3 Kuat Tarik Belah <i>Alkali Activated</i> 8M.....	4-24
4.4.4 Kuat Tarik Belah <i>Alkali Activated</i> 10M.....	4-25
4.4.5 Perbandingan Kuat Tarik Belah.....	4-27
4.5 Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah.....	4-29
4.5.1 Analisis Hasil Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah.....	4-29
4.5.2 Hubungan Kuat Tarik Belah terhadap Kuat Tekan.....	4-30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	xix



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	=	Luas penampang
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>
Al	=	Aluminium
AL	=	<i>Alkali Liquid</i>
Ar	=	Massa atom relatif
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Materials</i>
B	=	<i>Binder</i>
CTM	=	<i>Compression Testing Machine</i>
<i>d</i>	=	Diameter
$D_{average}$	=	Rata – rata diameter
$D_o$	=	Diameter bawah cetakan <i>flow table</i>
<i>F</i>	=	<i>Flow rate</i>
$f_c$	=	Kuat tekan
FGGBFS	=	<i>Ferronickel Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
GGBFS	=	<i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>
gm	=	Berat kristal
k	=	Koefisien konversi kuat tarik terhadap kuat tekan
<i>l</i>	=	Lebar
M	=	Molaritas
Mr	=	Massa molekul relatif
NaOH	=	Sodium hidroksida
$Na_2SiO_3$	=	Sodium silikat

P	=	Beban maksimum
PCC	=	<i>Portland Composite Cement</i>
SG	=	<i>Specific Gravity</i>
Si	=	Silikon
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>
T	=	Kuat tarik belah
<i>t</i>	=	Tinggi
w/c	=	<i>water/cement ratio</i>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-5
<b>Gambar 2.1</b> Beberapa Pembentuk Alkali-Activated Material.....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Blast Furnace Slag .....	2-4
<b>Gambar 2.3</b> Gambar Slag Ferronikel.....	2-4
<b>Gambar 2.4</b> Kristal Sodium Hidroksida (NaOH) .....	2-7
<b>Gambar 2.5</b> Sodium Silikat .....	2-7
<b>Gambar 2.6</b> Superplasticizer .....	2-8
<b>Gambar 3.1</b> Proses Pengecoran dan Pematatan Mortar.....	3-14
<b>Gambar 3.2</b> Urutan Pematatan dalam Cetakan Spesimen Uji (ASTM C109) .....	3-15
<b>Gambar 3.3</b> Proses Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	3-16
<b>Gambar 3.4</b> Benda Uji Kuat Tekan yang Telah Hancur .....	3-16
<b>Gambar 3.5</b> Proses Pengujian Kuat Tarik Belah .....	3-17
<b>Gambar 3.6</b> Benda Uji Kuat Tekan yang Telah Hancur .....	3-17
<b>Gambar 3.7</b> Alat Flow Table .....	3-18
<b>Gambar 3.8</b> Cetakan Flow Table.....	3-19
<b>Gambar 3.9</b> Hasil Pengukuran Flow Table .....	3-20
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengujian Flow Table Mortar Semen .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Pengujian Flow Table Mortar Alkali Activated.....	4-3
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Perhitungan Data Flow Table .....	4-4
<b>Gambar 4.4</b> Berat Isi Rata-Rata Mortar .....	4-6
<b>Gambar 4.5</b> Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,3.....	4-7
<b>Gambar 4.6</b> Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,4.....	4-9
<b>Gambar 4.7</b> Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,5.....	4-10
<b>Gambar 4.8</b> Sampel Uji Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 6M .....	4-12
<b>Gambar 4.9</b> Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 6M .....	4-12
<b>Gambar 4.10</b> Sampel Uji Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 8M .....	4-13
<b>Gambar 4.11</b> Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 8M .....	4-14
<b>Gambar 4.12</b> Sampel Uji Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 10M .....	4-15
<b>Gambar 4.13</b> Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 10M .....	4-16
<b>Gambar 4.14</b> Perbandingan Kuat Tekan .....	4-17
<b>Gambar 4.15</b> Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,3.....	4-18



<b>Gambar 4.16</b> Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,4 .....	4-20
<b>Gambar 4.17</b> Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,5 .....	4-21
<b>Gambar 4.18</b> Sampel Uji Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 6M.....	4-23
<b>Gambar 4.19</b> Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 6M.....	4-23
<b>Gambar 4.20</b> Sampel Uji Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 8M.....	4-24
<b>Gambar 4.21</b> Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 8M.....	4-25
<b>Gambar 4.22</b> Sampel Uji Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 10M.....	4-26
<b>Gambar 4.23</b> Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 10M.....	4-27
<b>Gambar 4.24</b> Perbandingan Kuat Tarik Belah .....	4-28
<b>Gambar 4.25</b> Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari .....	4-30

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Variasi Benda Uji Mortar Semen .....	1-4
<b>Tabel 1.2</b> Variasi Benda Uji Mortar Alkali-Activated .....	1-4
<b>Tabel 2.1</b> Kandungan Kimia Slag Ferronikel.....	2-4
<b>Tabel 2.2</b> Properti Slag Ferronikel .....	2-4
<b>Tabel 2.3</b> Persyaratan Gradasi Agregat Halus (ASTM C-33, 2013).....	2-5
<b>Tabel 3.1</b> Pengujian Specific Gravity Slag Ferronikel.....	3-1
<b>Tabel 3.2</b> Pengujian Specific Gravity Semen.....	3-2
<b>Tabel 3.3</b> Pengujian Specific Gravity Agregat Halus .....	3-4
<b>Tabel 3.4</b> Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	3-4
<b>Tabel 3.5</b> Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	3-5
<b>Tabel 3.6</b> Pengujian Specific Gravity Sodium Hidroksida 6M.....	3-6
<b>Tabel 3.7</b> Pengujian Specific Gravity Sodium Hidroksida 8M.....	3-7
<b>Tabel 3.8</b> Pengujian Specific Gravity Sodium Hidroksida 10M.....	3-7
<b>Tabel 3.9</b> Pengujian Specific Gravity Sodium Silikat.....	3-8
<b>Tabel 3.10</b> Pengujian Specific Gravity Alkali Liquid 6M .....	3-9
<b>Tabel 3.11</b> Pengujian Specific Gravity Alkali Liquid 8M .....	3-9
<b>Tabel 3.12</b> Pengujian Specific Gravity Alkali Liquid 10M .....	3-10
<b>Tabel 3.13</b> Proporsi Campuran Mortar Semen Rasio w/c 0,3.....	3-10
<b>Tabel 3.14</b> Proporsi Campuran Mortar Semen Rasio w/c 0,4.....	3-11
<b>Tabel 3.15</b> Proporsi Campuran Mortar Semen Rasio w/c 0,5.....	3-11
<b>Tabel 3.16</b> Proporsi Campuran Mortar Alkali Activated 6M .....	3-11
<b>Tabel 3.17</b> Proporsi Campuran Mortar Alkali Activated 8M .....	3-11
<b>Tabel 3.18</b> Proporsi Campuran Mortar Alkali Activated 10M .....	3-12
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Perhitungan Data Flow Table .....	4-4
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan Berat Isi Mortar.....	4-5
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,3.....	4-7
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,4.....	4-8
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen w/c 0,5.....	4-10
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 6M .....	4-11
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 8M .....	4-13
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Alkali Activated 10M .....	4-15

<b>Tabel 4.9</b> Perbandingan Kuat Tekan.....	4-16
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,3 .....	4-18
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,4 .....	4-19
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Semen w/c 0,5 .....	4-21
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 6M .....	4-22
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 8M .....	4-24
<b>Tabel 4.15</b> Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar Alkali Activated 10M ...	4-26
<b>Tabel 4.16</b> Perbandingan Kuat Tarik Belah.....	4-28
<b>Tabel 4.17</b> Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Umur Uji 28 Hari.....	4-29
<b>Tabel 4.18</b> Tabel Perhitungan k untuk Campuran Mortar Semen .....	4-31
<b>Tabel 4.19</b> Tabel Perhitungan k untuk Campuran Mortar Alkali Activated.....	4-32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i> MORTAR ALKALI <i>ACTIVATED</i>.....</b>	<b>L1-1</b>
<b>LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i> MORTAR SEMEN.....</b>	<b>L2-1</b>
<b>LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN CAMPURAN LARUTAN NaOH.....</b>	<b>L3-1</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Produksi semen portland adalah proses yang membutuhkan energi termal yang besar dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang tinggi. Pelepasan karbondioksida yang berlebih ke udara dapat mengakibatkan efek rumah kaca, bolongnya lapisan ozon di atmosfer bumi, meningkatnya temperatur bumi secara global yang mengakibatkan mencairnya es di kutub, sehingga mengakibatkan naiknya muka air laut. Tingginya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan industri semen membuat pemerintah mengeluarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 12 Tahun 2012 yang mewajibkan industri semen untuk menurunkan emisi gas rumah kacanya sebesar 3% dari tahun 2016 hingga tahun 2020 (Nugraha, 2017).

Akibat dari efek yang ditimbulkan oleh semen Portland, telah dilakukan banyak penelitian dan perkembangan teknologi beton untuk menggantikan penggunaan semen portland sebagai zat pengikat antar agregat. Salah satu alternatif material yang ditawarkan adalah semen geo-polimer. Semen geo-polimer pertama dikembangkan pada tahun 1980 oleh Joseph Davicovits dan J.L. Sawyer di perusahaan *Lone Star*, USA. Geo-polimer merupakan produk dari proses polimerisasi anorganik, yang melibatkan cairan alkali untuk bereaksi dengan silikon (Si) dan alumunium (Al). Unsur – unsur silikon (Si) dan alumunium (Al) banyak terdapat pada material sisa hasil industri, seperti abu terbang (*fly ash*) sisa pembakaran batu bara, sisa pembakaran sekam (abu sekam), serta *Ground Granulated Blast furnace Slag* (GGBS).

Jumlah terak nikel kian hari kian menumpuk, karena setiap proses pemurnian satu ton produk nikel menghasilkan limbah padat 50 kalinya, setara 50 ton (Sugiri, 2005). Oleh karena itu, produk ini harus dikelola dengan baik untuk menghindari masalah lingkungan, karena terak nikel merupakan limbah. Bahan dasar terak ferronikel dapat direaksikan dengan aktivator berbahan dasar alkali seperti sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>).

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang ada adalah ketidakpastian tinjauan variabel pengaruh sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sebagai aktivator dengan bahan dasar *slag* ferronikel halus, serta molaritas dari cairan aktivator terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah mortar *alkali-activated*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh *slag* ferronikel halus yang diaktifkan sebagai pengikat pengganti semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah campuran mortar *alkali-activated*.
2. Menganalisis variasi molaritas *alkaline liquid* sebagai aktivator.
3. Menganalisis berat isi mortar *alkali activated* terhadap mortar semen.
4. Mengetahui hubungan umur terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah mortar *alkali-activated*.
5. Mengetahui konsistensi dan aliran (*flow*) mortar *alkali activated* segar dibandingkan dengan mortar semen segar.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan campuran menggunakan volume absolut.
2. Variasi *alkali liquid* (AL)/*binder* adalah 0,5
3. *Alkali liquid* yang ditetapkan merupakan campuran daripada larutan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidroksida (NaOH)
4. Rasio sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )/sodium hidroksida (NaOH) ditetapkan sebesar 2,5, dengan variasi molaritas NaOH sebesar 6, 8, dan 10 Mol (selanjutnya larutan tersebut disebut 6M, 8M, dan 10M)
5. Perawatan dilakukan dengan metode kering dengan menggunakan plastik.
6. Kuat tekan diuji pada spesimen kubus  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$  dan silinder  $d = 50 \text{ mm}$  dan  $t = 100 \text{ mm}$  pada umur 3, 7, 14, 28 dan 56 hari dengan mengambil nilai rata – rata dari minimum 3 buah benda uji.

7. Jumlah total benda uji: minimum 90 buah kubus  $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$  untuk pengujian kuat tekan dan 90 buah silinder  $d = 50 \text{ mm}$  dan  $t = 100 \text{ mm}$  untuk pengujian kuat tarik belah. Detail sampel benda uji yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Penyusunan skripsi ini dibuat dengan metode – metode sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur yaitu usaha yang dilakukan untuk menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang ditinjau, studi penelaahan terhadap buku–buku, literatur, catatan, laporan, dan skripsi pembandingan. Studi literatur dilakukan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai penelitian yang akan dilakukan.

2. Studi eksperimental

Studi eksperimental dilakukan dari tahap uji karakteristik material, tahap pembuatan benda uji, tahap perawatan, sampai dengan tahap pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Studi eksperimental dilakukan pada minimum 180 sampel benda uji.

3. Pengolahan dan analisis data

Seluruh data hasil pengujian laboratorium kemudian diolah untuk mencapai tujuan penelitian.

**Tabel 1.1** Variasi Benda Uji Mortar Semen

JENIS PENGUJIAN	BENDA UJI			
	BENTUK	DIMENSI (mm)	UMUR PENGUJIAN	JUMLAH
Kuat Tekan w/c 0,3	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tekan w/c 0,4	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tekan w/c 0,5	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tarik Belah w/c 0,3	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		
Kuat Tarik Belah w/c 0,4	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		
Kuat Tarik Belah w/c 0,5	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		

Catatan :  $d$  = diameter  
 $t$  = tinggi

TOTAL SAMPEL

90

**Tabel 1.2** Variasi Benda Uji Mortar Alkali-Activated

JENIS PENGUJIAN	BENDA UJI			
	BENTUK	DIMENSI (mm)	UMUR PENGUJIAN	JUMLAH
Kuat Tekan 6M	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tekan 8M	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tekan 10M	Kubus	50×50×50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
Kuat Tarik Belah 6M	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		
Kuat Tarik Belah 8M	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		
Kuat Tarik Belah 10M	Silinder	$d$ 50	3, 7, 14, 28, 56 hari	15
		$t$ 100		

Catatan :  $d$  = diameter  
 $t$  = tinggi

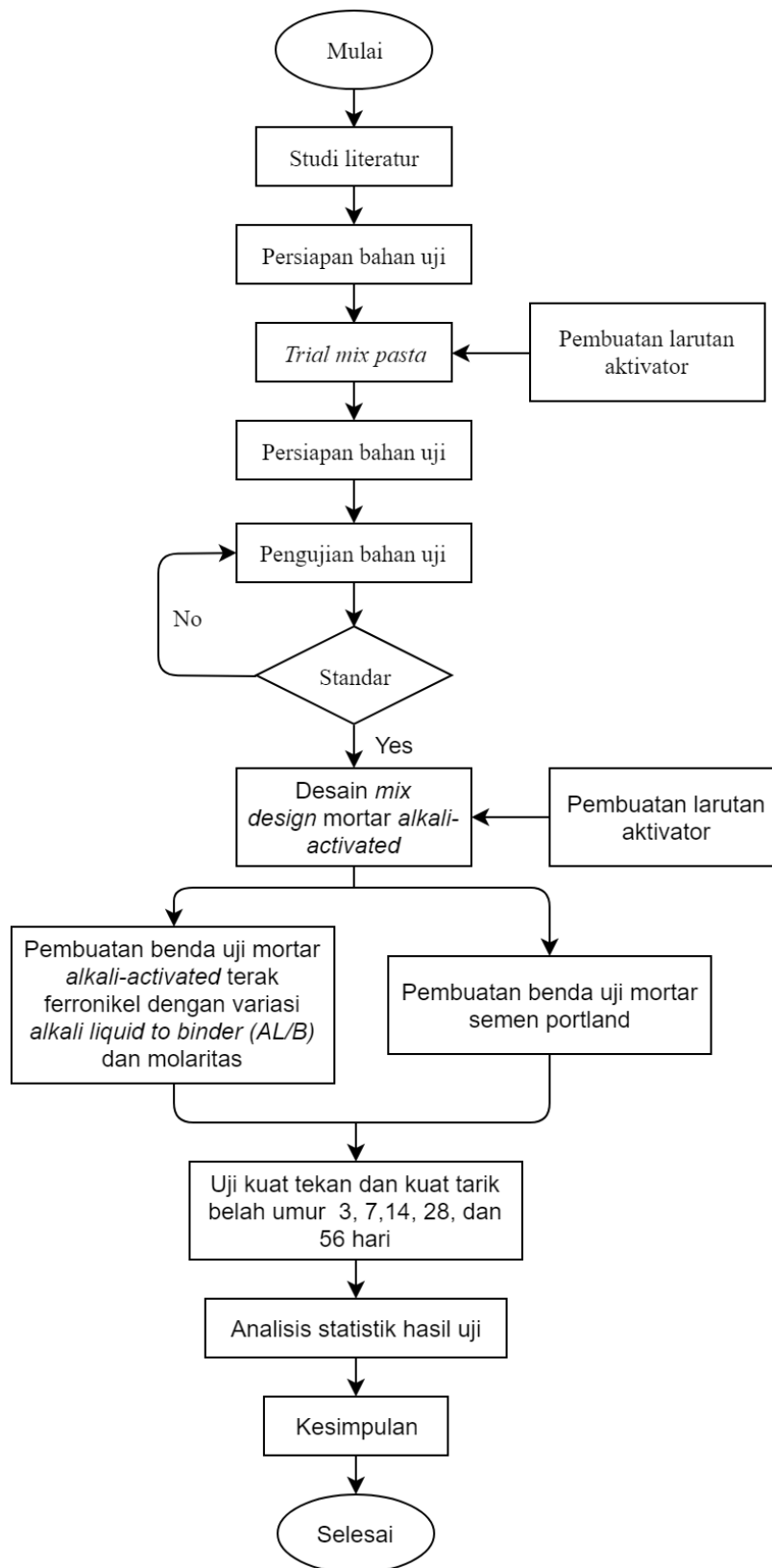
TOTAL SAMPEL

90



## 1.6 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi dilakukan secara sistematis, ada 5 bagian dalam skripsi, yaitu :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang penulisan, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, diagram alir, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 DASAR TEORI**

Pada bab ini dibahas mengenai dasar teori yang digunakan saat penelitian berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan.

### **BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN**

Pada bab ini dibahas mengenai persiapan pembuatan sampel uji mortar hingga pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah sampel.

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dibahas mengenai analisis dari hasil uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah yang sudah dilakukan.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan beserta saran untuk percobaan di masa depan.