

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>SARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I: PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	3
I.3. Tujuan Penelitian .....	3
I.4. Manfaat Penelitian .....	4
I.5. Batasan Penelitian .....	4
I.6. Lokasi Penelitian .....	5
I.7. Peneliti Terdahulu .....	6
I.8. Keaslian Penelitian .....	8
<b>BAB II: GEOLOGI</b> .....	9
II.1. Fisiografi .....	9
II.2. Stratigrafi .....	12
II.3. Struktur Geologi .....	16
II.4. Manifestasi Panas Bumi Tompaso .....	19
<b>BAB III: LANDASAN TEORI</b> .....	22
III.1. Alterasi Hidrotermal .....	22
III.1.1. Pengertian Alterasi Hidrotermal .....	22
III.1.2. Intensitas Alterasi .....	22

III.1.3. <i>Style</i> Alterasi .....	23
III.1.4. Tipe Alterasi Berdasarkan pH.....	24
III.2. Fluida Hidrotermal Sistem Panas Bumi .....	27
III.2.1. Jenis Larutan Hidrotermal.....	27
III.2.2. Jenis Gas Hidrotermal .....	30
III.3. Bahan Penyusun Mortar .....	32
III.3.1. Semen.....	32
III.3.2. Air .....	37
III.3.3. Agregat.....	38
III.3.4. Mortar.....	40
III.4. Kuat Tekan Mortar .....	42
III.5. Material Tambahan Penyemenan .....	44
III.5.1. <i>Geopolymer</i> .....	45
III.5.2. Zeolit .....	48
<b>BAB IV: METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>52</b>
IV.1. Hipotesis.....	52
IV.2. Alat dan Bahan .....	52
IV.2.1. Alat.....	52
IV.2.2. Bahan .....	53
IV.3. Waktu Penelitian .....	54
IV.4. Tahapan Penelitian .....	55
IV.4.1 Tahap Perumusan Masalah .....	55
IV.4.2. Tahap Persiapan .....	55
IV.4.3. Tahap Pengumpulan Data.....	56
IV.4.4. Tahap Pengolahan Data .....	57
IV.4.5. Tahap Interpretasi Data.....	57
IV.4.6. Penyusunan Laporan .....	58
IV.5. Metode Analisis.....	58
IV.5.1. Deskripsi megaskopis .....	60
IV.5.2. Analisis petrografi.....	60

IV.5.3. Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	60
IV.5.4. Uji Coba Kuat Tekan dan Ketahanan Terhadap Keasaman.....	61
<b>BAB V: PEMAPARAN DATA</b> .....	62
V.1. Lokasi Pengambilan Sampel Semen Bangunan .....	62
V.2. Semen Bangunan dan Litologi Daerah Penelitian .....	63
V.2.1. Data Petrografi .....	63
V.2.2. Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	68
V.3. Uji Coba Mortar.....	79
V.3.1. Karakteristik Pasir merapi .....	79
V.3.2. Pembuatan Mortar .....	79
V.3.3. Uji Kuat Tekan Mortar .....	82
V.3.4. Uji Mortar Terhadap Keasaman .....	82
<b>BAB VI. PEMBAHASAN</b> .....	90
VI.1. Karakteristik Ubahan Hidrotermal Semen Bangunan .....	90
VI.2. Reaksi Fluida Hidrotermal dengan Mineral .....	92
VI.2.1. Reaksi semen dengan fluida asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	94
VI.2.2. Reaksi kalsit dengan fluida asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	94
VI.2.3. Reaksi semen dengan fluida karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	95
VI.2.4. Reaksi plagioklas dengan fluida karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	95
VI.2.5. Reaksi plagioklas+piroksen dengan karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	96
VI.2.6. Hasil endapan langsung fluida hidotermal (H <sub>2</sub> S).....	96
VI.3. Penentuan Modifikasi Mortar.....	97
VI.3.1. Uji kuat tekan mortar .....	97
VI.3.2. Uji keasaman mortar .....	102
<b>BAB VII. KESIMPULAN</b> .....	108
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	109
<b>LAMPIRAN I : Peta Lokasi Pengambilan Sampel</b> .....	113

<b>LAMPIRAN II</b> : Deskripsi Megaskopis .....	115
<b>LAMPIRAN III</b> : Deskripsi Petrografi.....	118
<b>LAMPIRAN IV</b> : Pengamatan <i>X-Ray Diffraction</i> .....	135
<b>LAMPIRAN V</b> : Pengamatan Mortar .....	149
<b>LAMPIRAN VI</b> : Data Kuat Tekan Mortar.....	156

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Area geowisata Bukit Kasih dengan kenampakan manifestasi berupa <i>steaming ground</i> .....	2
<b>Gambar 1.2.</b> Anak tangga yang rusak akibat pengaruh fluida hidrotermal.....	2
<b>Gambar 1.3.</b> Peta lokasi daerah penelitian .....	5
<b>Gambar 2.1.</b> Peta fisiografi daerah Minahasa.....	10
<b>Gambar 2.2.</b> Peta geologi lapangan panas bumi Tompasso (PT. PGE, 2013 dalam Prasetyo dkk., 2017).....	15
<b>Gambar 2.3.</b> Struktur geologi lengan utara Pulau Sulawesi bagian timur laut yang diinterpretasi melalui citra SPOT (Modifikasi dari Lécuyer dkk., 1997).....	19
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram segitiga pembagian jenis larutan panas bumi .....	29
<b>Gambar 3.2.</b> Kenampakan morfologi <i>Fly Ash</i> .....	46
<b>Gambar 4.1.</b> Bagan alur penelitian .....	59
<b>Gambar 5.1.</b> Lokasi pengambilan sampel semen bangunan dan batuan .....	62
<b>Gambar 5.2.</b> Semen bangunan tingkat alterasi sedang .....	63
<b>Gambar 5.3.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis LAN01 .....	64
<b>Gambar 5.4.</b> Semen bangunan tingkat alterasi sedang .....	64
<b>Gambar 5.5.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis LAN02 .....	65
<b>Gambar 5.6.</b> Semen bangunan tingkat alterasi tinggi.....	66
<b>Gambar 5.7.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis LAN03 .....	66
<b>Gambar 5.8.</b> Singkapan litologi daerah penelitian berupa tuff.....	67
<b>Gambar 5.9.</b> Litologi daerah penelitian berupa tuff .....	67
<b>Gambar 5.10.</b> Kenampakan litologi yang teralterasi pada sayatan tipis LAN04 .....	68
<b>Gambar 5.11.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel bulk IWL01 .....	72
<b>Gambar 5.12.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel bulk IWL02.....	72

<b>Gambar 5.13.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel bulk IWL03 .....	73
<b>Gambar 5.14.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel bulk IWL04.....	73
<b>Gambar 5.15.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay IWL01 .....	75
<b>Gambar 5.16.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay IWL02 .....	75
<b>Gambar 5.17.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay IWL03 .....	76
<b>Gambar 5.18.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay IWL04 .....	76
<b>Gambar 5.19.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay LAN01.....	77
<b>Gambar 5.20.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay LAN02.....	77
<b>Gambar 5.21.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay LAN03.....	78
<b>Gambar 5.22.</b> Data <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) sampel clay LAN04.....	78
<b>Gambar 5.23.</b> Cetakan kubus mortar semen ukuran 5 x 5 x 5 cm.....	80
<b>Gambar 5.24.</b> Mortar semen dengan kadar zeolit 3 hingga 9 gr .....	80
<b>Gambar 5.25.</b> Cetakan kubus mortar geopolimer ukuran 5 x 5 x 5 cm.....	81
<b>Gambar 5.26.</b> Mortar geopolimer dengan kadar zeolit 3 hingga 9 gr .....	81
<b>Gambar 5.27.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel SZ3 .....	82
<b>Gambar 5.28.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel SZ6.....	82
<b>Gambar 5.29.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel SZ9.....	83
<b>Gambar 5.30.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel GZ3 .....	83
<b>Gambar 5.31.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel GZ6 .....	83
<b>Gambar 5.32.</b> Hasil perendaman air asam sulfat PH 3 sampel GZ9 .....	84
<b>Gambar 5.33.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis SZ03 .....	84
<b>Gambar 5.34.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis SZ09 .....	85
<b>Gambar 5.35.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis GZ03 .....	86
<b>Gambar 5.36.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis GZ09 .....	86
<b>Gambar 5.37.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis SZ03A .....	87
<b>Gambar 5.38.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis SZ09A .....	88

<b>Gambar 5.39.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis GZ03A .....	88
<b>Gambar 5.40.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis GZ09A .....	89
<b>Gambar 6.1.</b> Kenampakan manifestasi Bukit Kasih berupa mata air panas dan <i>steaming ground</i> .....	90
<b>Gambar 6.2.</b> Kenampakan kerusakan anak tangga Bukit Kasih akibat fluida hidrotermal .....	91
<b>Gambar 6.3.</b> Alat uji kuat tekan pada saat pengujian mortar .....	97
<b>Gambar 6.4.</b> Grafik data kuat tekan sampel mortar semen (SZ) .....	99
<b>Gambar 6.5.</b> Grafik data kuat tekan sampel mortar geopolimer (GZ) .....	100
<b>Gambar 6.6.</b> Grafik data perbandingan kuat tekan mortar semen dan geopolimer.....	101
<b>Gambar 6.7.</b> Perendaman mortar ke dalam air asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	102
<b>Gambar 6.8.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis SZ03 .....	103
<b>Gambar 6.9.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis SZ03A .....	103
<b>Gambar 6.10.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis SZ09 .....	104
<b>Gambar 6.11.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis SZ09A .....	104
<b>Gambar 6.12.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis GZ03 .....	105
<b>Gambar 6.13.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis GZ03A .....	105
<b>Gambar 6.14.</b> Kenampakan semen bangunan belum teralterasi pada sayatan tipis GZ09 .....	106
<b>Gambar 6.15.</b> Kenampakan semen bangunan yang teralterasi pada sayatan tipis GZ09A .....	106

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Tabel intensitas alterasi hidrotermal (Browne, 1978) .....	23
<b>Tabel 4.1.</b> Daftar alat penelitian dan kegunaannya .....	52
<b>Tabel 4.2.</b> Daftar bahan penelitian dan kegunaannya.....	53
<b>Tabel 4.3.</b> Jadwal Penelitian .....	54
<b>Tabel 6.1.</b> Data analisis cuplikan gas di Bukit Kasih (BPPTK, 2008).....	93
<b>Tabel 6.2.</b> Data analisis cuplikan air di Bukit Kasih (BPPTK, 2008).....	93
<b>Tabel 6.3.</b> Kuat tekan mortar semen.....	98
<b>Tabel 6.4.</b> Kuat tekan mortar geopolimer.....	99