

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Pertanyaan Penelitian .....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Penginderaan Jauh untuk Studi Penutup Lahan .....	8
2.1.1. Pantulan Spektral Objek Penutup Lahan .....	9
2.1.2. Hamburan Balik Objek Penutup Lahan .....	9
2.2. Karakteristik Citra Optis Sentinel-2 MSI .....	10
2.3. Karakteristik Citra SAR Sentinel-1 .....	11
2.4. Data dan Fitur Turunan dari Citra <i>Synthetic Aperture Radar</i> (SAR).....	12
2.4.1. Amplitudo ( $A$ ).....	13
2.4.2. Transformasi Polarisasi.....	14
2.4.3. <i>Polarimetric SAR</i> (PolSAR) .....	14
2.4.4. Koherensi ( $\gamma$ ).....	19
2.5. Data dan Fitur Turunan dari Citra Multispektral .....	20
2.5.1. Pantulan Spektral ( $\rho$ ).....	20
2.5.2. Transformasi Spektral.....	21
2.6. Integrasi Data .....	23
2.7. Seleksi Fitur .....	24
2.7.1. <i>Recursive Feature Elimination</i> (RFE) .....	24

2.8. Skala Pemetaan .....	25
2.9. <i>Sampling</i> .....	26
2.9.1. Jumlah Sampel .....	26
2.9.2. <i>Error Matrix/Confusion Matrix</i> .....	27
2.10. Kelas Penutup Lahan.....	27
2.11. Uji McNemar ( <i>McNemar Test</i> ) .....	28
2.12. <i>Classifier</i> .....	29
2.12.1. <i>Decision Tree</i> (DT) .....	30
2.12.2. <i>Random Forest</i> (RF) .....	32
2.12.3. <i>Extreme Gradient Boosting</i> (XGBoost) .....	32
2.13. Telaah Penelitian Sebelumnya .....	33
2.14. Kerangka Pemikiran.....	38
2.15. Batasan Operasional.....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>41</b>
3.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.1.1. Alat Penelitian.....	41
3.1.2. Bahan Penelitian .....	42
3.2. Lokasi Penelitian.....	43
3.2.1 Variasi Penutup Lahan.....	44
3.2.2 Variasi Topografi .....	45
3.3. Persiapan Data SAR.....	45
3.3.1 <i>Apply Orbit File</i> .....	45
3.3.2 Kalibrasi Radiometrik.....	45
3.3.3 TOPS <i>Deburst</i> .....	46
3.3.4 <i>Multilooking</i> .....	46
3.3.5 <i>Speckle Filtering</i> .....	46
3.3.6 Dekomposisi Polarimetri H-A- $\alpha$ .....	47
3.3.7 Koherensi .....	47
3.3.8 Transformasi Polarisasi.....	47
3.4. Persiapan Data Optis .....	47
3.4.1 Eliminasi Saluran .....	48
3.4.2 Transformasi Spektral .....	48
3.5. Persiapan Data SAR dan Optis .....	48

3.5.1	<i>Coregistration/Collocation</i> .....	48
3.5.2	<i>Resampling</i> .....	48
3.5.3	Integrasi .....	49
3.5.4	<i>Clipping</i> pada Citra.....	49
3.5.5	Seleksi Variabel dan Skenario .....	49
3.6.	Penentuan Sampel .....	50
3.6.1	Jenis Sampel.....	50
3.6.2	Jumlah Sampel dan Sebaran .....	51
3.6.3	Ukuran Plot Sampel Tes Lapangan.....	52
3.7.	Klasifikasi dan Asesmen Performa Akurasi & Efisiensi Waktu .....	52
3.7.1	Kelas Penutup Lahan .....	52
3.7.2	<i>Hyperparameter Tuning</i> XGBoost.....	53
3.7.3	Klasifikasi dengan XGBoost.....	54
3.7.4	Asesmen Performa Akurasi dan Efisiensi Waktu .....	54
3.7.5	Asesmen Besaran Signifikansi Perbedaan .....	55
3.8.	Hasil yang Diharapkan.....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		58
4.1.	Kondisi Citra Penginderaan Jauh .....	58
4.2.	Pra-Pemrosesan Citra Multispektral .....	60
4.2.1.	Eliminasi Saluran Spektral.....	60
4.3.	Pra-Pemrosesan Citra SAR .....	63
4.5.1.	<i>Speckle Filtering</i> .....	64
4.4.	Penurunan Fitur Citra Multispektral dengan Transformasi Spektral .....	66
4.5.	Penurunan Fitur dari Data SAR .....	69
4.5.1.	Transformasi Polarisasi.....	69
4.5.2.	Dekomposisi Polarimetri .....	71
4.5.3.	Estimasi Koherensi .....	79
4.6.	Integrasi Data/Fitur .....	82
4.6.1.	<i>Coregistration/Collocation</i> .....	82
4.6.2.	Penumpukan Citra ( <i>Stacking</i> ) dan Pemotongan ( <i>Clipping</i> ).....	86
4.7.	Penentuan Sampel Pemodelan ( <i>Training Sample</i> ).....	89
4.7.1.	Perolehan Sampel Pemodelan.....	89
4.7.2.	<i>Class Imbalance Checking</i> pada Sampel Pemodelan.....	94

4.7.3. Karakteristik Nilai Piksel Tiap Kelas Penutup Lahan.....	95
4.8. Seleksi Variabel Sesuai Skenario.....	100
4.9. <i>Hyperparameter Tuning</i> dengan <i>Bayesian Optimization</i> .....	104
4.10. Perbandingan Sebaran Penutup Lahan di Skenario Klasifikasi yang Berbeda ..	105
4.10.1. Sebaran Penutup Lahan pada Citra Kondisi Berkabut.....	106
4.10.2. Sebaran Penutup Lahan pada Citra Kondisi Cerah .....	111
4.10.3. Komparasi Sebaran Penutup Lahan secara Keseluruhan .....	116
4.11. Survei Lapangan .....	116
4.12. Penilaian Performa Akurasi dan Efisiensi Waktu Algoritma Klasifikasi Penutup Lahan pada Skenario Klasifikasi Yang Berbeda.....	121
4.12.1. Performa Akurasi .....	122
4.12.2. Efisiensi Waktu .....	128
4.12.3. Hasil Performa Akurasi dan Efisiensi Waktu secara Keseluruhan .....	129
4.13. Pengukuran Signifikansi Perbedaan Hasil Klasifikasi Penutup Lahan pada Skenario Klasifikasi yang Berbeda .....	129
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>132</b>
5.1. Kesimpulan .....	132
5.2. Saran.....	133
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>134</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>151</b>