

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Sasaran Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
1.6. Hasil yang Diharapkan	6
1.7. Batasan Operasional	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.1.1. Penginderaan Jauh Aktif dan Sistem <i>Synthetic Aperture Radar</i>	7
2.1.1.1. Citra SAR Sentinel-1A	12
2.1.1.2. Citra Multispektral Landsat 8	12
2.1.2. <i>Interferometric Synthetic Aperture Radar</i>	13
2.1.3. Pengolahan Citra Digital	14
2.1.3.1. Fusi <i>Hue, Saturation and Value</i> (HSV)	14
2.1.3.2. Filter Spasial	15
2.1.4. Rekonstruksi Geologi	16
2.1.4.1. Analisis Struktur Geologi	18
2.1.4.2. Analisis Bentuklahan dan Pola Aliran	21
2.1.4.3. Analisis Litologi	23

2.1.4.4. Karakteristik Objek Melalui Citra Penginderaan Jauh	24
2.2. Perbandingan Penelitian Sebelumnya	28
2.3. Kerangka Pemikiran	32
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1. Daerah Penelitian	35
3.2. Alat, Data dan Variabel Penelitian	36
3.2.1. Alat Penelitian	36
3.2.2. Data Penelitian	37
3.2.3. Variabel Penelitian	38
3.3. Tahapan Penelitian	38
3.3.1. Tahap Persiapan	38
3.3.2. Tahap Penelitian	39
3.3.2.1. Pengolahan Data	40
3.3.2.2. Filter Spasial	45
3.3.2.3. Fusi <i>Hue, Saturation and Value</i> (HSV)	45
3.3.2.4. Interpretasi Bentuklahan dan Struktur Geologi	46
3.3.2.5. <i>Field Check</i>	47
3.3.2.6. Uji Akurasi	48
3.3.2.7. Analisis Rekonstruksi Geologi	48
3.3.2.8. Evaluasi Pengolahan Citra SAR untuk Rekonstruksi Geologi	49
3.3.2.9. Penyajian Hasil Analisis	49
BAB IV KONDISI GEOLOGI REGIONAL PIDIE JAYA	50
4.1. Struktur Geologi Pidie Jaya	50
4.2. Litologi Pidie Jaya	51
4.3. Formasi Pembentuk Pidie Jaya	52
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	61
5.1. Integrasi Pengolahan Citra SAR terhadap Citra Multispektral	62
5.1.1. Pengolahan Citra SAR Sentinel-1A	62
5.1.1.1. Kalibrasi	62
5.1.1.2. <i>Deburst</i>	63
5.1.1.3. <i>Multilooking</i>	64

5.1.1.4. <i>Speckle Filtering</i>	66
5.1.1.5. Koreksi Geometrik	69
5.1.1.6. Konversi Koefisien <i>Backscatter</i>	72
5.1.1.7. Mosaik Citra SAR Sentinel-1A	74
5.1.2. Pengolahan Citra Multispektral Landsat 8	74
5.1.2.1. Koreksi Geometrik	74
5.1.2.2. Koreksi Radiometrik	75
5.1.3. Penajaman dan Komposit Citra	76
5.1.3.1. Penajaman Citra SAR Sentinel-1A	76
5.1.3.2. Penajaman dan Komposit Citra Multispektral Landsat 8.....	77
5.1.4. Filter Spasial <i>Lowpass</i> dan <i>Directional</i>	78
5.1.4.1. Filter <i>Lowpass</i>	78
5.1.4.2. Filter <i>Directional</i>	80
5.1.5. Fusi <i>Hue, Saturation and Value</i>	82
5.2. Rekonstruksi Geologi	84
5.2.1. Konstruksi DEM dengan Teknik InSAR	85
5.2.1.1. <i>Coregistration</i>	86
5.2.1.2. <i>Interferogram Generation</i>	86
5.2.1.3. <i>Phase Unwrapping</i>	87
5.2.1.4. <i>Co-location</i>	88
5.2.1.5. <i>Phase to Height Conversion</i>	88
5.2.2. Identifikasi Struktur Geologi	89
5.2.3. Identifikasi Litologi	100
5.2.3.1. Analisis Bentuklahan	100
5.2.3.2. Analisis Pola Aliran	110
5.3. <i>Field Check</i>	120
5.4. Uji Akurasi	122
5.5. Pemodelan Rekonstruksi Geologi Penampang Dua Dimensi	125
5.6. Evaluasi Kemampuan Hasil Pengolahan Citra SAR Sentinel-1A.....	130
BAB VI PENUTUP	136
6.1. Kesimpulan	136

6.2. Saran	137
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	-1-
LAMPIRAN 1: Karakteristik Data Citra Sentinel-1A dan Citra Landsat 8	-2-
LAMPIRAN 2: Peta Lokasi Sampel	-5-
LAMPIRAN 3: Lembar Kerja Lapangan	-7-
LAMPIRAN 4: Uji Akurasi Hasil Interpretasi Visual	-10-
LAMPIRAN 5: Tabel Data Sampel Lapangan	-13-
LAMPIRAN 6: Pemodelan Manual Rekonstruksi Penampang Dua Dimensi Daerah Penelitian	-18-
LAMPIRAN 7: Lampiran Peta dan Pengamatan Lapangan	-23-

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Spektrum gelombang mikro pada sistem radar	7
Tabel 2.	Klasifikasi bentuklahan berdasarkan relief	24
Tabel 3.	Klasifikasi litologi berdasarkan relief	25
Tabel 4.	Klasifikasi karakteristik batuan beku berdasarkan citra	25
Tabel 5.	Klasifikasi karakteristik batuan sedimen berdasarkan citra	26
Tabel 6.	Penelitian sebelumnya dan keaslian penelitian	30
Tabel 7.	Deskripsi data citra radar yang digunakan	37
Tabel 8.	Susunan formasi batuan dan litologi daerah penelitian	57
Tabel 9.	Perbandingan hasil metode <i>speckle filtering</i> kernel 5x5	68
Tabel 10.	Sub satuan bentuklahan hasil interpretasi visual fusi HSV	107
Tabel 11.	Jenis litologi hasil interpretasi visual fusi HSV	116
Tabel 12.	<i>Confusion Matrix</i> hasil interpretasi bentuklahan	123
Tabel 13.	Omisi dan Komisi hasil interpretasi bentuklahan	123
Tabel 14.	<i>Confusion Matrix</i> hasil interpretasi litologi	124
Tabel 15.	Omisi dan Komisi hasil interpretasi litologi	124
Tabel 16.	Nilai statistik metode <i>speckle filtering</i>	130
Tabel 17.	Penilaian metode <i>speckle filtering</i>	132
Tabel L-1.	Deskripsi Lapangan	-8-
Tabel L-2.	Lokasi pengamatan lapangan dan pengambilan sampel	-11-
Tabel L-3.	Lokasi pengambilan sampel arah sesar	-13-

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Prinsip kerja antena SAR	8
Gambar 2.	Resolusi spasial pada <i>range direction</i>	9
Gambar 3.	Resolusi spasial pada <i>azimuth direction</i>	9
Gambar 4.	Diagram konseptual SAR <i>backscatter signature</i>	11
Gambar 5.	Geometri sensor radar	11
Gambar 6.	Prinsip rekonstruksi geologi	17
Gambar 7.	Jenis lipatan secara umum	19
Gambar 8.	<i>Plunge</i> antiklinal	20
Gambar 9.	Karakteristik pergeseran blok sesar	20
Gambar 10.	Jenis pola aliran	23
Gambar 11.	Model rekonstruksi penampang dua dimensi	28
Gambar 12.	Kerangka pemikiran penelitian	34
Gambar 13.	Daerah penelitian	36
Gambar 14.	Diagram alir penelitian	39
Gambar 15.	Proses <i>coregistration</i> InSAR	41
Gambar 16.	Proses <i>phase unwrapping</i>	41
Gambar 17.	Penampang melintang formasi geologi Pdie Jaya	54
Gambar 18.	Identifikasi formasi melalui citra	59
Gambar 19.	Identifikasi formasi melalui citra	60
Gambar 20.	Formasi Geumpang dalam umur Mesozoik	60
Gambar 21.	Perbandingan antara data mentah sebelum koreksi dan data mentah yang telah terkalibrasi	62
Gambar 22.	Perubahan citra Sentinel-1A hasil tahap <i>deburst</i>	63
Gambar 23.	Proses <i>multilooking</i>	64
Gambar 24.	Perbandingan antara hasil <i>multilooking</i>	65
Gambar 25.	Perbandingan hasil metode <i>speckle filtering</i> dengan tiga kernel	67
Gambar 26.	Perubahan citra hasil koreksi geometrik <i>co-location</i>	70
Gambar 27.	Proses koreksi geometrik <i>co-location</i>	70
Gambar 28.	Perubahan topografi hasil koreksi geometrik	71

Gambar 29. Perbandingan hasil koreksi geometrik antara citra Sentinel-1A dengan RBI	71
Gambar 30. Perbandingan informasi citra sentinel-1a <i>near range</i> dan <i>far range</i> 72	
Gambar 31. Grafik perbedaan <i>sigma naught</i> dan <i>beta naught</i>	73
Gambar 32. Perbandingan citra antara polarisasi VH dan VV	73
Gambar 33. Metadata citra landsat 8 OLI	75
Gambar 34. Hasil koreksi radiometrik citra Landsat 8 dan citra Sentinel-1A	75
Gambar 35. Citra SAR Sentinel-1A hasil penajaman	76
Gambar 36. Perbandingan komposit citra Landsat 8	78
Gambar 37. Perubahan citra SAR Sentinel-1A sebelum filter <i>lowpass</i> dan setelah filter <i>lowpass</i>	79
Gambar 38. Filter spasial <i>directional</i>	80
Gambar 39. Identifikasi kelurusan hasil filter <i>directional</i> pada sampel <i>median</i> , <i>boxcar</i> , <i>refined lee</i>	81
Gambar 40. Perbandingan citra Landsat 8 dan Sentinel-1A	82
Gambar 41. Citra hasil fusi <i>hue</i> , <i>saturation and value</i>	84
Gambar 42. Diagram alir proses pembentukan DEM dengan InSAR	85
Gambar 43. Proses pembentukan DEM metode InSAR.....	87
Gambar 44. DEM hasil metode InSAR	88
Gambar 45. Identifikasi lapangan terhadap kontur dari DEM InSAR	89
Gambar 46. Identifikasi perlapisan struktur lipatan antiklinal dan sinklinal	90
Gambar 47. Identifikasi lapangan struktur sinklinal	92
Gambar 48. Perbedaan hasil identifikasi kelurusan dari hasil filter <i>directional</i> ..	94
Gambar 49. Hasil pengamatan kelurusan di lapangan	95
Gambar 50. Hasil interpretasi visual kelurusan metode filter <i>directional</i>	96
Gambar 51. Peta densitas seluruh kelurusan daerah penelitian	97
Gambar 52. Diagram <i>rose</i> hasil interpretasi visual kelurusan	99
Gambar 53. Peta hasil interpretasi visual struktur geologi metode filter <i>directional</i> 3x3 dan 5x5	100
Gambar 54. Peta perbandingan struktur geologi hasil interpretasi visual filter <i>directional</i> 3x3 dan 5x5 terhadap peta geologi	101

Gambar 55. Klasifikasi bentuklahan daerah penelitian	103
Gambar 56. Identifikasi perbukitan antiklin dari citra dan lapangan	104
Gambar 57. Identifikasi perlapisan dari citra dan lapangan	105
Gambar 58. Identifikasi blok sesar dari citra dan lapangan	105
Gambar 59. Identifikasi gawir sesar dari citra dan lapangan	106
Gambar 60. Identifikasi dataran fluvial dari citra dan lapangan	106
Gambar 61. Identifikasi dataran banjir dari citra dan lapangan	107
Gambar 62. Identifikasi bentuklahan vulkanik dari citra dan lapangan	108
Gambar 63. Peta hasil interpretasi visual sub satuan bentuklahan metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (1)	110
Gambar 64. Peta hasil interpretasi visual sub satuan bentuklahan metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (2)	111
Gambar 65. Analisis pola aliran terhadap bentuklahan melalui citra fusi HSV	113
Gambar 66. Identifikasi pola aliran dari citra dan lapangan	114
Gambar 67. Perbandingan tingkat kerapatan aliran dari citra	114
Gambar 68. Peta hasil interpretasi visual pola aliran metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (1)	115
Gambar 69. Peta hasil interpretasi visual pola aliran metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (2)	116
Gambar 70. Contoh klasifikasi litologi berdasarkan karakteristik citra	117
Gambar 71. Identifikasi litologi dari citra dan lapangan	119
Gambar 72. Peta hasil interpretasi visual litologi metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (1)	120
Gambar 73. Peta hasil interpretasi visual litologi metode fusi <i>hue, saturation and value</i> (2)	121
Gambar 74. Pengukuran <i>strike-dip</i> dan <i>dating</i> terhadap singkapan geologi	122
Gambar 75. Identifikasi kelurusan dari citra dan lapangan	123
Gambar 76. Penggabungan data untuk pemodelan rekonstruksi geologi	127
Gambar 77. Penampang untuk pemodelan rekonstruksi dua dimensi	128
Gambar 78. Model rekonstruksi dua dimensi penampang C	128
Gambar 79. Model rekonstruksi dua dimensi penampang A	129

Gambar 80. Model rekonstruksi dua dimensi penampang D	130
Gambar 81. Model rekonstruksi dua dimensi penampang B	131
Gambar 82. Hasil ekstraksi digital kelurusan daerah penelitian	134
Gambar L-1. Citra Sentinel-1A yang digunakan	-3-
Gambar L-2. Citra Landsat 8 yang digunakan	-4-
Gambar L-3. Peta lokasi sampel lapangan	-6-
Gambar L-4. Uji akurasi <i>confusion matrix</i> hasil interpretasi visual sub satuan bentuklahan metode fusi HSV	-11-
Gambar L-5. Uji akurasi <i>confusion matrix</i> hasil interpretasi visual litologi metode fusi HSV	-12-
Gambar L-6. Pemodelan manual penampang D – D'	-19-
Gambar L-7. Pemodelan manual penampang C – C'	-20-
Gambar L-8. Pemodelan manual penampang A – A'	-21-
Gambar L-9. Pemodelan manual penampang B – B'	-22-
Gambar L-10. Foto dan titik pengambilan sampel lapangan (1)	-24-
Gambar L-11. Foto dan titik pengambilan sampel lapangan (2)	-25-
Gambar L-12. Foto dan titik pengambilan sampel lapangan (3)	-26-