Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC
(Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **iii**
INTISARI ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Pertanyaan Penelitian 5
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 6
1.6 Batasan Penelitian 7
1.7 Penelitian Terdahulu 8
BAB 2 TINJAUN PUSTAKA **28**
2.1 Dasar Teori Penginderaan Jauh SAR Untuk Banjir 28
2.1.1 Prinsip Dasar SAR untuk Banjir 28
2.1.2 Pemilihan Panjang Gelombang SAR Untuk Pemetaan Banjir 29
2.1.3 Mekanisme Deteksi Genangan Banjir SAR 31
2.1.4 Polarisasi SAR 34
2.1.5 Citra Sentinel-1 SLC dan GRD untuk Pemetaan Genangan Banjir 37
2.2 Teori Banjir dan Genangan di Perkotaan Pesisir 40
2.2.1 Pengertian Banjir 40
2.2.2 Faktor-faktor Terjadinya Banjir 43
2.2.3 Genangan Air dan Dampaknya 45
2.3 Metode Pemprosesan Data untuk Deteksi Genangan Banjir 47
2.3.1 Koreksi Citra 47
2.3.2 Change Detection 51
2.3.3 Metode Thresholding (Otsu) 52
2.4 Metode Validasi dan Uji Akurasi 54

Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC
(Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4.1 Confusion Matrix 54
2.4.2 McNemar Test 55
2.5 Estimated Maximum Flood Extent dan Surrogate Variable 55
2.5.1 Konsep EMFE 55
2.5.2 Inherent Surrogate pada Data SLC 56
2.5.3 External Surrogate pada Data GRD 57
2.5.4 Flood Fill Simulation 57
2.6 Kerangka Pemikiran 58
BAB 3 METODE PENELITIAN 62
3.1 Gambaran Umum Penelitian 62
3.2 Lokasi Penelitian 67
3.2.1 Luas Wilayah dan Batas Admnisitrasi Kota Makassar 67
3.2.2 Kondisi Elevasi dan Kemiringan Lereng 69
3.2.3 Kondisi DAS 71
3.2.4 Historis Dan Karakteristik Banjir Kota Makassar 72
3.2.5 Bendungan Bili-Bili dalam Sistem Pengendalian Banjir DAS Jeneberang 73
3.3 Alat dan Bahan 74
3.3.1 Perangkat Keras (Hardware) 74
3.3.2 Perangkat Lunak (Software) 75
3.4 Tahapan Persiapan Data 77
3.5 Tahapan Pemprosesan Data 78
3.6 Tahapan Analisis Data 82
3.6.1 Metode Change Detection 82
3.6.2 Metode Thresholding Otsu 83
3.6.3 EMFE pada Jalur SLC (Inherent + External Surrogate) 84
3.6.4 EMFE pada Jalur GRD (External Surrogate) 85
3.6.5 Validasi Lapangan (Grounth Truth) 85
3.6.6 Confusion Matrix 88
3.6.7 McNemar Test 89
3.6.8 Penyusunan Peta Daerah Terdampak Banjir 90
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 92
4.1 Hasil Pre-processing Data Sentinel-1 92
4.1.1 Pre-processing Data SLC 92
4.1.2 Pre-processing Data GRD 94

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC (Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2 Hasil Klasifikasi Genangan Banjir Sentinel-1 SLC dengan Coherence Change Detection 96
4.2.1 Hasil Perhitungan Koherensi Inferometrik 96
4.2.2 Penentuan Threshold Penurunan Koherensi 97
4.3.3 Hasil Coherence Change Detection + Inherent Surrogate 99
4.2 Hasil Klasifikasi Genangan Banjir Sentinel-1 GRD dengan Otsu Thresholding 101
4.2.1 Penentuan Nilai Threshold Otsu Optimal 101
4.2.2 Hasil Klasifikasi Genagan Banjir Sentinel-1 GRD 103
4.2.3 Hasil Multi-temporal Union dan Implikasi Single -Scene Event 106
4.4 Hasil Implementasi EMFE dengan Surrogate Variable 107
4.4.1 EMFE Jalur SLC dengan Inherent + External Surrogate 107
4.4.2 EMFE Jalur GRD dengan External Surrogate 111
4.4.3 Perbandingan Visual Hasil EMFE-SLC dan EMFE-GRD 114
4.5 Validasi Lapangan dan Uji Akurasi Confusion Metrix 116
4.5.1 Distribusi Spasial Titik Validasi Lapangan 116
4.5.2 Hasil Confusion Metrix EMFE-SLC 119
4.5.3 Hasil Confusion Metrix EMFE-GRD 119
4.5.4 Perbandingan Metrix Akurasi 120
4.6 Uji Signifikansi Statistik dengan McNemar Test 121
4.6.1 Tabel Kontigensi McNemar 121
4.6.2 Hasil Perhitungan dan Interpretasi 121
4.7 Pembahasan 122
4.7.1 Kinerja EMFE-SLC dengan Inherent + External Surrogate 122
4.7.2 Kinerja EMFE-GRD dengan External Surrogate 124
4.7.3 Implikasi Perbedaan Mekanisme Surrogate untuk EMFE 124
4.7.4 Efek Saturasi, Mixed Pixel, dan Keterbatasan Deteksi Menurut Tipe Lokasi 125
4.7.5 Komparasi dengan Penelitian Terdahulu 126
4.7.6 Tantangan Uji Akurasi pada Pemetaan Bencana dan Kedudukan Data Referensi 128
4.8 Peta Distribusi Spasial Wilayah Terdampak Banjir per Kecamatan 129
4.8.1 Rekapitulasi Luas dan Persentase Genangan Perkecamatan 129
4.8.2 Analisis Pola Spasial Wilayah Terdampak 130
4.8.3 Rekomendasi untuk Mitigasi dan Tata Ruang Berkelanjutan 132

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC (Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.8.4 Rekomendasi Penggunaan Data SLC dan GRD serta Pemanfataan Hasil sebagai Worst Case 133
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 136
5.1 Kesimpulan 136
5.2 Keterbatasan dan Saran 137
5.2.1 Keterbatasan Data Penelitian 137
5.2.2 Keterbatasan Model Penelitian 138
5.2.3 Keterbatasan Hasil Penelitian 139
5.2.4 Saran 139
DAFTAR PUSTAKA 141
LAMPIRAN 145

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC (Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Karakteristik Band SAR untuk Pemetaan Banjir 30
Tabel 2.2 Perbandingan Polarisasi SAR untuk Pemetaan Genangan Banjir 35
Tabel 2.3 Perbandingan Karakteristik GRD dan SLC untuk Pemetaan Genangan Banjir 39
Tabel 2.4 Perbandingan Mekanisme Surrogate GRD dan SLC 57
Tabel 3.1 Jumlah Kecamatan dan Luas Daerah 68
Tabel 3.2 Klasifikasi Kemiringan Lereng Wilayah Penelitian 70
Tabel 3.3 Luas DAS Wilayah Penelitian 71
Tabel 3.4 Jenis Perangkat Keras 75
Tabel 3.5 Jenis Perangkat Lunak 75
Tabel 3.6 Jenis Penggunaan Data 76
Tabel 3.7 Struktur Confusion Matrix 88
Tabel 3.8 Metrik Akurasi dari Confusion Matrix 89
Tabel 3.9 Struktur Tabel Kontingensi McNemar Test 89
Tabel 4.1 Pasangan Citra Sentinel-1 SLC yang Digunakan 92
Tabel 4.2 Hasil Filtering Koleksi Sentinel-1 GRD 95
Tabel 4.3 Nilai Rata-Rata Koherensi Interferometrik dan Perubahan Koherensi pada Titik Banjir dan Non-Banjir 97
Tabel 4.4 Uji Sensitivitas Threshold $\Delta\gamma$ Berdasarkan Luas Kandidat Perubahan Koherensi 98
Tabel 4.5 Hasil Filtering Koleksi Sentinel-1 GRD 101
Tabel 4.6 Deteksi Awal Genangan Banjir Hasil Klasifikasi GRD 105
Tabel 4.7 Hasil EMFE-SLC dengan External Surrogate Variable 109
Tabel 4.8 Hasil EMFE-GRD dengan External Surrogate Variable 113
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil EMFE-GRD dan EMFE-SLC 115
Tabel 4.10 Confusion Matrix EMFE-SLC 119
Tabel 4.11 Confusion Matrix EMFE-GRD 120
Tabel 4.12 Perbandingan Metrik Akurasi EMFE-GRD dan EMFE-SLC 120
Tabel 4.13 Tabel Kontingensi 2×2 McNemar EMFE-GRD vs EMFE-SLC 121
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan McNemar Test 121
Tabel 4.15 Komparasi Kinerja Polarisasi 127
Tabel 4.16 Rekapitulasi Luas dan Persentase Genangan Perkecamatan Metode EMFE-GRD 129

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Estimasi Luasan Genangan Banjir Potensial Berbasis Surrogate Variabel Dengan Data Sentinel-1 SLC (Single Look Complex) Dan GRD (Ground Range Detected) Di Kota Makassar
Agsha Dewantara, Wirastuti Widyatmanti, S.Si., Ph.D. ; Dr.Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Sudut Insiden Radar dan Gelombang RADAR.....34
Gambar 2.2 Alur Kerja Prapemrosesan Data SLC Sentinel-1 49
Gambar 2.3 Alur Kerja Prapemrosesan Data GRD Sentinel-1 51
Gambar 2.4 Diagram Alir Kerangka Pemikiran 61
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 66
Gambar 3.2 Peta Batas Administrasi Kota Makassar 67
Gambar 3.3 Peta Elevasi Kota Makassar.....70
Gambar 3.4 Peta Elevasi DAS Jeneberang dan DAS Tallo 72
Gambar 4.1 Citra SLC VH dan VV 94
Gambar 4.2 Mask Awal Coherence Change Detection Sentinel-1 SLC Hasil Union Polarisasi VV dan VH pada Threshold $\Delta\gamma > 0{,}30$.....100
Gambar 4.3 Histogram Backscatter VV 102
Gambar 4.4 Histogram Backscatter VH 102
Gambar 4.5 Peta Deteksi Banjir Data GRD Polarisasi VV 104
Gambar 4.6 Peta Deteksi Banjir Data GRD Polarisasi VH 105
Gambar 4.7 Peta Deteksi Banjir Data GRD Polarisasi VV+VH 106
Gambar 4.8 Peta Estimated Maximum Flood Extent Data SLC 110
Gambar 4.9 Peta Hasil Estimated Maximum Flood Extent Data GRD.....114
Gambar 4.10 Peta Estimated Maximum Flood Extent Data SLC dan GRD 116
Gambar 4.11 Peta Titik Sampel Validasi Lapangan.....117
Gambar 4.12 (a) Garis Air Karatan pada Dinding Seng, (b) Wawancara Responden, (c) Gang Permukiman Padat 118
Gambar 4.13 (a) Gang Permukiman Padat, (b) Pengukuran Tinggi Genangan Air, (c) Dinding yang Rusak.....123
Gambar 4.14 Peta Distribusi Genangan Banjir EMFE-GRD 131