ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
INTISARI iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR LAMPIRAN xxv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian 4
1.3. Tujuan Penelitian 6
1.4. Hasil Penelitian 7
1.5. Manfaat Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1. Telaah Pustaka 8
2.1.1. Penginderaan Jauh 8
2.1.2. Penginderaan Jauh Sistem Aktif 9
2.1.3. Perkembangan Radar Cuaca 13
2.1.4. Karakteristik Radar Cuaca dan Spesifikasi Radar Cuaca *Band* C Polarisasi Tunggal 15
2.1.4.1. Jenis Radar Cuaca Berdasarkan Panjang Gelombang 18
2.1.4.2. Perangkat Keras Radar Cuaca 19
2.1.4.3. Metode Pengamatan Radar Cuaca 21
2.1.5. Persamaan Radar Cuaca untuk Target Meteorologi 26
2.1.6. Gangguan Meteorologi dan Non Meteorologi pada Pengamatan Radar Cuaca 29
2.1.6.1. Atenuasi 29

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.1.6.2. Bright Band Echo 32
2.1.6.3. Clutter 32
2.1.7. Koreksi Atenuasi pada Radar Cuaca *Band* C 34
2.1.8. Estimasi Curah Hujan Kuantitatif dengan Menggunakan Radar Cuaca Band C 36
2.1.8.1. Curah Hujan dan Cara Pengukuran Secara Langsung…… 36
2.1.8.2. Musim Hujan di Wilayah Jawa Timur 39
2.1.8.3. Ketinggian Lapisan Isotherm (Freezing Level) Musim Hujan di Wilayah Jawa Timur 41
2.1.8.4. Relasi Z (reflektivitas) dan R (curah hujan) untuk Estimasi Curah Hujan 41
2.1.8.5. Produk Hidrologi Radar Cuaca Band C 43
2.2. Keaslian Penelitian 47
2.3. Kerangka Pemikiran 52
BAB III METODE PENELITIAN 55
3.1. Alat dan Bahan Penelitian 56
3.1.1. Alat Penelitian 56
3.1.2. Bahan Penelitian 56
3.2. Daerah Penelitian 57
3.3. Tahapan Penelitian 60
3.3.1. Tahapan Persiapan 60
3.3.2. Tahapan Pelaksanaan 60
3.3.2.1. Pengumpulan Data Radar Cuaca 60
3.3.2.2. Pengumpulan Data Curah Hujan 60
3.3.2.3. Pengumpulan Data Ketinggian Freezing Level (Data Aerologi) 61
3.3.2.4. Pengumpulan Data Ketinggian Dasar Awan 61
3.3.2.5. Pengolahan Data 63
3.3.2.6. Uji Akurasi 70
3.4. Batasan Operasional 72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 75
4.1. Data Curah Hujan Observatorium dan *Tipping Bucket* 75

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1.1. Pengolahan Data Curah Hujan Observatorium (Manual)..... 75
4.1.2. Pengolahan Data Curah Hujan *Tipping Bucket* (Otomatis)..... 78
4.2. Data Udara Atas (Aerologi) untuk *Freezing Layer*..... 80
4.3. Data Tinggi Dasar Awan..... 82
4.4. Hasil Pengolahan Radar Cuaca..... 83
4.4.1. Pengolahan *Pre-processing* berupa Koreksi Atenuasi 84
4.4.2. Pengolahan Estimasi Curah Hujan SRI 86
4.4.3. Hasil Pengolahan Akumulasi Estimasi Curah Hujan (*Precipitation Accumulation, PAC*)..... 93
4.4.4. Hasil Pengolahan *Rainfall Intensity Histogram* (RIH)..... 97
4.5. Validasi Estimasi Curah Hujan Radar Cuaca..... 105
4.5.1. Perhitungan Akumulasi Estimasi Curah Hujan Numerik Setiap Lokasi *Tipping Bucket*..... 105
4.5.2. Perhitungan Uji Akurasi Koreksi Atenuasi Radar Cuaca..... 107
4.5.3. *Filtering* Hasil Perhitungan Korelasi dengan Uji Validitas Data 112
4.6. Evaluasi Estimasi Curah Hujan Sebelum dan Setelah Koreksi Atenuasi 114
4.7. Perbandingan Kemampuan Koefisien Koreksi Atenuasi Menurut Battan, Harrison serta Krämer dan Verworn..... 117
4.7.1. Analisis Kemampuan Koreksi Atenuasi untuk Estimasi Curah Hujan..... 117
4.7.1.1. Kemampuan Koreksi Atenuasi pada Radius 50 km 118
4.7.1.2. Kemampuan Koreksi Atenuasi pada Radius 100 km 125
4.7.1.3. Kemampuan Koreksi Atenuasi pada Radius 150 km 133
4.7.2. Koefisien Koreksi Atenuasi Terbaik 142
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 146
5.1. Kesimpulan..... 146
5.2 Saran..... 147
DAFTAR PUSTAKA xxi
LAMPIRAN

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spektrum panjang gelombang dan frekuensi penginderaan jauh sistem aktif/ radar menurut Rinehart dan Lillesand et al,..... 10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Radar Cuaca Band C di Stasiun Meteorologi Juanda..... 16
Tabel 2. 3 Panjang gelombang dan frekuensi berbagai aplikasi radar meteorologi 19
Tabel 2. 4 Tinggi (dasar dan puncak) dan diameter (vertikal dan horizontal) beam seiring perubahan jarak (beam width 2° dan elevasi 0°) 22
Tabel 2. 5 Nilai koefisien α dan β menurut Battan, Harrison serta Krämer dan Verworn..... 36
Tabel 2. 6 Klasifikasi intensitas curah hujan menurut Mori, WMO dan BMKG 37
Tabel 2. 7 Besaran butiran hujan, massa dan kecepatan jatuhnya 38
Tabel 2. 8 Model relasi Z-R 42
Tabel 3. 1 Klasifikasi intensitas curah hujan berdasarkan skala warna pada legenda citra radar cuaca BMKG 68
Tabel 3. 2 Perbandingan data curah hujan dan RIH berdasarkan deret waktu (studi kasus pada tanggal tertentu, data selama 24 jam) 71
Tabel 3. 3 Perbandingan data curah hujan dan RIH berdasarkan kategori intensitas curah hujan 71
Tabel 4. 1 Klasifikasi intensitas curah hujan dari penakar hujan Observatorium Stamet Juanda, Stamet Maritim Perak 1 dan 2, Stageof Karangkates, Staklim Malang, Stamet Kalianget dan Stamet Tuban 76
Tabel 4. 2 Jumlah sebaran *tipping bucket* yang data curah hujannya dapat digunakan untuk validator estimasi curah hujan radar cuaca *band* C Stamet Juanda Sidoarjo 79
Tabel 4. 3 Lokasi AAWS, AWS dan ARG yang digunakan untuk pengolahan RIH serta jaraknya terhadap radar cuaca *band* C Stasiun Meteorologi Juanda 98
Tabel 4. 4 Hasil pengolahan RIH tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc, SRI dengan *raw data* tanpa koreksi dan koreksi atenuasi..... 101

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4. 5 Akumulasi estimasi curah hujan per 1 jam (mm/jam) radar cuaca *band* C untuk ARG Sruni Gedangan Kab. Sidoarjo tanggal 02 Februari 2019 106

Tabel 4. 6 Akumulasi estimasi curah hujan per 1 jam (mm/jam) radar cuaca *band* C untuk AWS Digi Stamet Kalianget Kab. Sumenep tanggal 02 Februari 2019 107

Tabel 4. 7 Penggabungan hasil pengolahan estimasi curah hujan radar (mm/jam) dengan data curah hujan *tipping bucket* (mm/jam) pada ARG Sruni Gedangan Kab. Sidoarjo tanggal 02 Februari 2019 108

Tabel 4. 8 Penggabungan hasil pengolahan estimasi curah hujan radar (mm/jam) dengan data curah hujan *tipping bucket* (mm/jam) pada AWS Digi Stamet Kalianget Kab. Sumenep tanggal 02 Februari 2019 108

Tabel 4. 9 Hasil perhitungan korelasi (r) dan RMSE untuk tanggal 04 Februari 2019..... 110

Tabel 4. 10 Hasil nilai korelasi dan RMSE estimasi curah hujan radar cuaca dengan *tipping bucket* tanggal 04 Februari 2019 setelah dilakukan uji validitas data 113

Tabel 4. 11 Persentase RMSE estimasi curah hujan radar cuaca dengan dilakukan koreksi atenuasi dan tanpa koreksi atenuasi..... 115

Tabel 4. 12 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada ARG Sruni Gedangan Kab. Sidoarjo 119

Tabel 4. 13 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada ARG Socah Kab. Bangkalan 122

Tabel 4. 14 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada AWS Staklim Malang Kota Malang..... 126

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4. 15 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada ARG Pronojiwo Kab. Lumajang..... 130

Tabel 4. 16 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada ARG Wirolegi Kab. Jember 133

Tabel 4. 17 Nilai RMSE estimasi curah hujan yang telah diterapkan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien menurut Battan (*linear* dan *power law*), Harrison, serta Kramer dan Verworn pada ARG Dasuk Kab. Sumenep 137

Tabel 4. 18 Persentase RMSE berdasarkan hasil estimasi curah hujan dengan koreksi atenuasi koefisien dari Battan (*linear* dan *power law*), Harrison serta Kramer dan Verworn 142

Tabel L- 1 Data curah hujan observatorium terpilih dari 7 Stasiun BMKG di Jawa Timur bulan November 2018 - Maret 2019 .....L-xxi

Tabel L- 2 Data ketinggian freezing level bulanan selama musim hujan di wilayah Jawa Timur..... L-xxii

Tabel L- 3 Sebagian informasi Metar Stasiun Meteorologi Juanda Sidoarjo bulan Januari 2019 ..... L-xxiii

Tabel L- 4 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah hujan *tipping bucket* per jam ARG Sruni Gedangan Sidoarjo tanggal 25 Desember 2018……. .....L-xxvi

Tabel L- 5 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah *hujan tipping* bucket per jam ARG Socah Kab. Bangkalan tanggal 10 Februari 2019..... L-xxvii

Tabel L- 6 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah hujan *tipping bucket* per jam AWS Stasiun Klimatologi Malang Kota Malang tanggal 10 Februari 2019 ..... L-xxviii

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel L- 7 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah hujan *tipping bucket* per jam ARG Pronojiwo Kab. Lumajang tanggal 25 November 2018….....L-xxix

Tabel L- 8 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah hujan *tipping bucket* per jam ARG Wirolegi Kab. Jember tanggal 27 Januari 2019.....L-xxx

Tabel L- 9 Estimasi curah hujan radar cuaca dan curah *hujan tipping* bucket per jam ARG Dasuk Kab. Sumenep tanggal 24 Januari 2019 .....L-xxxi

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spektrum gelombang elektromagnetik (Lillesand et al., 2015) 9
Gambar 2. 2 Gelombang elektromagnetik polarisasi horizontal dan vertikal (Fukao & Hamazu, 2014) 12
Gambar 2. 3 Polarisasi linier (a), eliptikal (b) dan melingkar (c) (Lewis, 1985 dalam Sutanto, 1999b) 13
Gambar 2. 4 Perkembangan teknologi radar cuaca (Bringi et al., 2007) 14
Gambar 2. 5 Diagram radar cuaca sederhana (Rinehart, 2004) 20
Gambar 2. 6 Diagram perubahan ketinggian beam radar seiring perubahan sudut elevasi radar dan jarak dari site radar cuaca (World Meteorological Organization (WMO), 2017) 22
Gambar 2. 7 Beam radar melewati hujan dan reflektivitas (Ze) di pulse volume pada jarak r0, pulse volume didefinisikan dengan lebar beam radar dan jarak interval antar gate (δr) (Bringi et al., 2007) 23
Gambar 2. 8 Metode pengambilan data radar cuaca (scan) (Fukao & Hamazu, 2014) 24
Gambar 2. 9 Jenis VCPs yang dapat diterapkan pada radar cuaca (Rauber & Nesbitt, 2018) 25
Gambar 2. 10 Proses scan data radar cuaca untuk pengambilan satu volume data (Bringi et al., 2007) 25
Gambar 2. 11 Gangguan radar cuaca berupa bright band echo modifikasi menurut Gecer (2005) serta Fukao & Hamazu (2014) 32
Gambar 2. 12 Jenis gangguan pada pengamatan radar cuaca (Bøvith, 2008) 33
Gambar 2. 13 (a) Penakar Hujan Observatorium (OBS) dan (b) Penakar hujan Hellman atau sifon 39
Gambar 2. 14 Penakar hujan otomatis jenis *tipping bucket* 39
Gambar 2. 15 Tiga wilayah iklim Indonesia berdasarkan pola rata-rata curah hujan tahunan menggunakan DCM (Aldrian & Susanto, 2003) 40

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2. 16 Curah hujan rata-rata bulanan selama 30 tahun (1988-2017) di Stasiun Meteorologi Juanda (Maharani, 2019) 40
Gambar 2. 17 Beberapa hasil penelitian relasi Z-R (Rauber & Nesbitt, 2018).... 43
Gambar 2. 18 SRI layer flags pada saat algoritma SRI (LEONARDO Germany GmbH, 2018)..... 45
Gambar 2. 19 SRI layer flags pada saat algoritma pseudo SRI (LEONARDO Germany GmbH, 2018)..... 45
Gambar 2. 20 Kerangka pemikiran penelitian..... 54
Gambar 3. 1 Peta wilayah penelitian radius 150 km dari site radar cuaca Stasiun Meteorologi Juanda Sidoarjo, Jawa Timur..... 59
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian..... 62
Gambar 4. 1 Pengolahan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien dari Battan (*Linear*)..... 86
Gambar 4. 2 Pengolahan koreksi atenuasi dengan nilai koefisien dari Krämer dan Verworn..... 86
Gambar 4. 3 Tahapan estimasi curah hujan SRI per 10 menit *raw data* tanpa koreksi atenuasi 87
Gambar 4. 4 Proses pengolahan estimasi curah hujan SRI *raw data* yang dikoreksi atenuasi nilai koefisien dari Battan (*Linear*) 88
Gambar 4. 5 *Surface Rainfall Intensity* (SRI) tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc (15.20 wib) tanpa koreksi atenuasi..... 89
Gambar 4. 6 *Surface Rainfall Intensity* (SRI) tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc (15.20 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*linear*)... 90
Gambar 4. 7 *Surface Rainfall Intensity* (SRI) tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc (15.20 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*)..... 90
Gambar 4. 8 *Surface Rainfall Intensity* (SRI) tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc (15.20 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison 91

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 9 *Surface Rainfall Intensity* (SRI) tanggal 20 Januari 2019 jam 08.20 utc (15.20 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Krämer dan Verworn 91
Gambar 4. 10 Gangguan interferensi pada citra radar *band* C Stasiun Meteorologi Juanda Tanggal 03 Februari 2019 jam 09.30 utc 92
Gambar 4. 11 Tahapan pengolahan akumulasi estimasi curah hujan per 1 jam (*Precipitation Accumulation*) 94
Gambar 4. 12 *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam untuk tanggal 20 Januari 2019, jam 09.00 utc (16.00 wib) tanpa koreksi atenuasi 95
Gambar 4. 13 *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam untuk tanggal 20 Januari 2019, jam 09.00 utc (16.00 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*linear*) 96
Gambar 4. 14 *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam untuk tanggal 20 Januari 2019, jam 09.00 utc (16.00 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) 96
Gambar 4. 15 *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam untuk tanggal 20 Januari 2019, jam 09.00 utc (16.00 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison 97
Gambar 4. 16 *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam untuk tanggal 20 Januari 2019, jam 09.00 utc (16.00 wib) dengan koreksi atenuasi koefisien Krämer dan Verworn 97
Gambar 4. 17 Proses pengolahan data spasial estimasi curah hujan (SRI) menjadi data numerik (RIH) setiap titik lokasi *tipping bucket* 98
Gambar 4. 18 Hasil *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam dengan koreksi atenuasi menggunakan nilai koefisien menurut Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.00 utc 120
Gambar 4. 19 Hasil *Precipitation Accumulation* (PAC) per 1 jam dengan koreksi atenuasi menggunakan nilai koefisien menurut Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 06.00 utc 120

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 20 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam ARG Sruni Gedangan Kab. Sidoarjo tanggal 25 Desember 2018..... 121
Gambar 4. 21 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.00 utc..... 123
Gambar 4. 22 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 17.00 utc..... 123
Gambar 4. 23 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam ARG Socah Kab. Bangkalan tanggal 10 Februari 2019..... 124
Gambar 4. 24 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.00 utc... 127
Gambar 4. 25 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 12.00 utc... 127
Gambar 4. 26 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam AWS Staklim Malang Kota Malang tanggal 10 Februari 2019..... 128
Gambar 4. 27 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.00 utc. 131
Gambar 4. 28 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 09.00 utc. 131
Gambar 4. 29 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam pada ARG Pronojiwo Kab. Lumajang tanggal 25 November 2018 132
Gambar 4. 30 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.00 utc..... 135
Gambar 4. 31 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 11.00 utc..... 135

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 32 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam pada ARG Wirolegi Kab. Jember tanggal 27 Januari 2019 136
Gambar 4. 33 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 14.00 utc..... 138
Gambar 4. 34 Hasil PAC per 1 jam dengan koreksi atenuasi nilai koefisien dari Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 15.00 utc..... 138
Gambar 4. 35 Hasil perbandingan estimasi PAC radar cuaca dengan akumulasi pengukuran *tipping bucket* per 1 jam pada ARG Dasuk Kab. Sumenep tanggal 24 Januari 2019..... 139
Gambar 4. 36 Kondisi *Beam Blocking* topografi pada elevasi pertama pengamatan radar cuaca *band* C Stamet Juanda Sidoarjo 141
Gambar 4. 37 Kondisi *Beam Blocking* topografi pada elevasi ke tiga pengamatan radar cuaca *band* C Stamet Juanda Sidoarjo 141
Gambar L- 1 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.10 utc ..... L-ii
Gambar L- 2 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.20 utc ..... L-ii
Gambar L- 3 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.30 utc ..... L-iii
Gambar L- 4 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.40 utc ..... L-iii
Gambar L- 5 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 05.50 utc .....L-iv
Gambar L- 6 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 Desember 2018 jam 06.00 utc .....L-iv
Gambar L- 7 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.10 utc .....L-v
Gambar L- 8 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.20 utc .....L-v

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar L- 9 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.30 utc .....L-vi

Gambar L- 10 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.40 utc .....L-vi

Gambar L- 11 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 16.50 utc…….. ..... L-vii

Gambar L- 12 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Battan (*power law*) tanggal 10 Februari 2019 jam 17.00 utc…….. ..... L-vii

Gambar L- 13 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.10 utc…… ..... L-viii

Gambar L- 14 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.20 utc…… ..... L-viii

Gambar L- 15 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.30 utc….. .....L-ix

Gambar L- 16 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.40 utc .....…… L-ix

Gambar L- 17 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 11.50 utc…… .....L-x

Gambar L- 18 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 10 Februari 2019 jam 12.00 utc .....……L-x

Gambar L- 19 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.10 utc .....…L-xi

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar L- 20 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.20 utc… .....L-xi

Gambar L- 21 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.30 utc… ..... L-xii

Gambar L- 22 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.40 utc… ..... L-xii

Gambar L- 23 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 08.50 utc… ..... L-xiii

Gambar L- 24 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 25 November 2018 jam 09.00 utc… ..... L-xiii

Gambar L- 25 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.10 utc .....L-xiv

Gambar L- 26 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.20 utc .....L-xiv

Gambar L- 27 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.30 utc .....L-xv

Gambar L- 28 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.40 utc .....L-xv

Gambar L- 29 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 10.50 utc .....L-xvi

Gambar L- 30 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Harrison tanggal 27 Januari 2019 jam 11.00 utc .....L-xvi

Gambar L- 31 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 13.10 utc……. ..... L-xvii

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar L- 32 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 13.20 utc……. ..... L-xvii

Gambar L- 33 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 13.30 utc……. ..... L-xviii

Gambar L- 34 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 13.40 utc……. ..... L-xviii

Gambar L- 35 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 13.50 utc……. .....L-xix

Gambar L- 36 Estimasi SRI per 10 menit dengan koreksi atenuasi koefisien Kramer dan Verworn tanggal 24 Januari 2019 jam 14.00 utc……. .....L-xix

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA KOREKSI ATENUASI DATA REFLEKTIVITAS RADAR CUACA BAND C UNTUK MENINGKATKAN AKURASI ESTIMASI CURAH HUJAN DI STASIUN METEOROLOGI JUANDA SIDOARJO
AHMAD KOSASIH, Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS; Dr. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: Lampiran Gambar.....L-i
LAMPIRAN 2: Lampiran Tabel .....L-xx
LAMPIRAN 3: Lampiran Foto Radar dan ARG ..... L-xxxii