

**PENGARUH KOREKSI ATENUASI METODE
KRÄMER TERHADAP PERHITUNGAN ESTIMASI
CURAH HUJAN PADA RADAR CUACA POLARISASI
TUNGGAL C-BAND DI SURABAYA**

SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Amelia Andriyani
1306619022**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2024**

ABSTRAK

AMELIA ANDRIYANI. Pengaruh Koreksi Atenuasi Metode Krämer Terhadap Perhitungan Estimasi Curah Hujan pada Radar Cuaca Polarisasi Tunggal C-Band di Surabaya. Di bawah bimbingan RISER FAHDIRAN, ALIF ADIYASA

Informasi kondisi cuaca sangat penting bagi masyarakat Indonesia, terutama kondisi cuaca saat hujan yang dapat mempengaruhi aktivitas masyarakat. Perlu adanya upaya untuk melakukan prediksi terhadap kondisi cuaca guna meminimalisir kerugian yang akan terjadi. Pengamatan curah hujan dilakukan secara langsung menggunakan alat penakar curah hujan otomatis/*Automatic Rain Gauge* (ARG) dan tidak langsung menggunakan radar cuaca. Estimasi curah hujan menggunakan radar cuaca *C-Band* memunculkan ketidakpastian pada hasil akurasi estimasinya, akibat gangguan meteorologi berupa atenuasi oleh hujan yang mempengaruhi *raw data* reflektivitas (dBZ). Penelitian ini menggunakan metode *Z-based attenuation correction* (ZATC) dengan koefisien α dan β menurut Krämer untuk melakukan koreksi atenuasi, adapun hubungan Z-R Marshall Palmer digunakan untuk perhitungan estimasi curah hujan sebelum dan sesudah dilakukan koreksi atenuasi. Dari nilai RMSE dan korelasi yang dihasilkan pada estimasi curah hujan sesudah dilakukan koreksi atenuasi, menunjukkan bahwa koreksi atenuasi terhadap *raw data* reflektivitas radar cuaca *C-Band* mampu memberikan peningkatan akurasi estimasi curah hujan dengan peningkatan yang diperoleh sebesar 27%. Hal ini menunjukkan jika nilai hasil estimasi curah hujan yang diperoleh lebih mendekati nilai hasil pengukuran curah hujan sebenarnya yang dihasilkan dari ARG.

Kata kunci. Atenuasi, Krämer, Curah Hujan, Radar Cuaca, Reflektivitas

ABSTRACT

AMELIA ANDRIYANI. Effect of Krämer Method Attenuation Correction on Rainfall Estimation Calculations on C-Band Single Polarization Weather Radar in Surabaya. Under supervised by RISER FAHDIRAN, ALIF ADIYASA




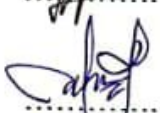



Information of weather conditions is very important for the public in Indonesia, especially weather conditions during rain that can affect public activities. Efforts to predict weather conditions are needed to minimize the losses that will occur. Rainfall observations are made directly using an Automatic Rain Gauge (ARG) and indirectly using weather radar. Rainfall estimation using C-Band weather radar creates uncertainty in the estimation accuracy results, due to meteorological disturbances in the form of attenuation by rain that affects the raw reflectivity data (dBZ). This research uses the Z-based attenuation correction (ZATC) method with α and β coefficients according to Krämer to perform attenuation correction, while the Z-R Marshall Palmer relation is used for the calculation of rainfall estimates before and after attenuation correction. RMSE and correlation values resulted in rainfall estimation after attenuation correction, indicating that attenuation correction of C-Band weather radar reflectivity raw data can provide an increase in rainfall estimation accuracy with the obtained increase of 27%. This means that the rainfall estimation value obtained is closer to the actual rainfall measurement value produced from ARG.

Keywords. Attenuation, Krämer, Rainfall, Weather Radar, Reflectivity

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH KOREKSI ATENUASI METODE KRÄMER
TERHADAP PERHITUNGAN ESTIMASI CURAH HUJAN
PADA RADAR CUACA POLARISASI TUNGGAL C-BAND
DI SURABAYA**

Nama : Amelia Andriyani
No. Registrasi : 1306619022

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		
Dekan : Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si. NIP. 196405111989032001		26-01-2024
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I : Dr. Esmar Budi, S.Si., M.T. NIP. 197207281999031002		26/24
Ketua : Haris Suhendar, S.Si., M.Sc. NIP. 199404282022031006		24-01-2024
Sekretaris : Ahmad Zalnika Purwalaksana, M.Si. NIP. 199402032023211000		25-01-2024
Anggota		
Pembimbing I : Riser Fahdiran, M.Si. NIP. 198307172009121008		24-01-2024
Pembimbing II : Alif Adiyasa, S.Si, M.Sc. NIP. 198205092006041006		24-01-2024
Penguji : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004		25-01-2024

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 22 Januari 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh koreksi atenuasi metode Krämer terhadap perhitungan estimasi curah hujan pada radar cuaca polarisasi tunggal C-band di Surabaya”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 22 Januari 2024



Amelia Andriyani



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : AMELIA ANDRIYANI
NIM : 1306619022
Fakultas/Prodi : FMIPA / FISIKA
Alamat email : ameliaandriyani13@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH KOREKSI ATENUASI METODE KRÄMER TERHADAP PERHITUNGAN ESTIMASI

CURAH HUJAN PADA RADAR CUACA POLARISASI TUNGGAL C- BAND DI SURABAYA

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

Penulis

(AMELIA ANDRIYANI)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Koreksi Atenuasi Metode Krämer terhadap Perhitungan Estimasi Curah Hujan pada Radar Cuaca Polarisasi Tunggal C-Band di Surabaya”. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.

Penulis banyak memperoleh bantuan berupa pengajaran, bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Riser Fahdiran, M.Si. dan Bapak Alif Adiyasa, S.Si, M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Mangasi Alion Marpaung M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan bantuan secara akademik selama penulis menempuh studi di Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta.
3. Ibu Dr. Umiatin, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta yang telah memfasilitasi penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Esmar Budi, S.Si., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.
5. Prof. Dr. Muktiningsih, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta.
6. Seluruh Staf Dosen dan Staf Administrasi FMIPA UNJ yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.

7. Sub Bidang Pengelolaan Citra Radar Cuaca, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atas dukungan perangkat komputasi pengelolaan data dan penyediaan data radar cuaca Surabaya.
8. Ungkapan terima kasih teristimewa disampaikan penulis kepada Ayahanda tercinta Bapak Raharjo dan Ibunda tercinta Ibu Sri Haryanti, serta Abang saya Burhanudin Alfin dan Adik saya Adelia Tri Ramadhani atas segala bantuan, motivasi, doa yang tulus, serta dukungan moril dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.
9. Ungkapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada yang teristimewa dan terkasih, Hafiz Fahrurrozi, selaku teman hidup saya yang selama ini setia menemani saya, serta banyak memberikan bantuan, doa dan dukungan selama penulisan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Serta untuk semua pihak yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak diharapkan penulis untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua baik di masa sekarang maupun di masa yang akan datang, serta mendorong penelitian-penelitian berikutnya. Apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan kata maupun kalimat, penulis ungkapkan permohonan maaf. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat luas ke depannya.

Jakarta, 22 Januari 2024



Amelia Andriyani

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Curah Hujan	7
B. <i>Automatic Rain Gauge</i> (ARG).....	8
C. Penginderaan Jauh.....	9
D. Radar Cuaca	10
E. Gelombang Elektromagnetik	13
F. Atenuasi.....	15
G. <i>Attenuation Correction</i>	17
H. <i>Attenuation Correction Krämer</i>	17
I. Hubungan Z-R Marshall Palmer	19
J. Kondisi Topografi Area Cakupan Radar Cuaca Surabaya.....	19
K. Analisis Performa.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
A. Tempat dan Waktu Penelitian	24
B. Metode Penelitian.....	24

1. Alat yang digunakan.....	25
2. Prosedur Penelitian.....	27
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	30
1. Teknik Pengumpulan Data.....	30
2. Teknik Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
A. KESIMPULAN.....	45
B. SARAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	53
RIWAYAT HIDUP.....	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kategori Intensitas Curah Hujan	7
Tabel 2. 2	Jenis Radar Band menurut Frekuensi dan Panjang Gelombang	11
Tabel 2. 3	Rentang Kelayakan Nilai Korelasi	23
Tabel 3. 1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	24
Tabel 3. 2	Spesifikasi Laptop	25
Tabel 3. 3	Metadata Radar Cuaca Surabaya	28
Tabel 3. 4	Nama dan Lokasi Penangkar Hujan Otomatis (ARG)	29
Tabel 4. 1	Nilai RMSE dan Korelasi Estimasi Curah Hujan Sebelum dan Sesudah Diterapkan Koreksi Atenuasi dengan Koefisien α dan β menurut Krämer	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Alat <i>Automatic Rain Gauge</i> (ARG)	8
Gambar 2. 2	Proses Perekaman dari Sumber Tenaga Matahari	9
Gambar 2. 3	Tipikal Sistem Radar Cuaca Polarisasi (a) Tunggal dan (b) Ganda menggunakan Magnetron	10
Gambar 2. 4	Sistem Radar Cuaca Magnetron Polarisasi Tunggal	11
Gambar 2. 5	Prinsip Kerja Radar Cuaca berdasarkan Pergeseran Frekuensi atau Efek Doppler	12
Gambar 2. 6	Pemindaian Radar Cuaca.....	12
Gambar 2. 7	Gelombang Elektromagnetik sebagai Perambatan Isolasi.....	13
Gambar 2. 8	Spektrum Elektromagnetik.....	14
Gambar 2. 9	Gelombang Tidak Terpolarisasi dan Gelombang Terpolarisasi....	14
Gambar 2. 10	Polarisasi Horizontal dan Polarisasi Vertikal	15
Gambar 2. 11	Prinsip Atenuasi Sinyal Radar Akibat Curah Hujan dan Sambungan Gelombang Mikro	16
Gambar 2. 12	Skema Algoritma Koreksi <i>Gate-by-Gate</i>	18
Gambar 2. 13	Kondisi Topografi Area Cakupan Radar Cuaca Surabaya	20
Gambar 2. 14	<i>Beam Blockage Analysis</i> Radar Cuaca Gematronik (<i>Single Pol</i>)..	21
Gambar 2. 15	Nama dan Lokasi Penakar Hujan Otomatis (ARG) di Daerah Radar Cuaca Radar Surabaya.....	22
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4. 1	Hasil <i>Plan Position Indicator</i> (PPI) Radar Cuaca Surabaya pada Jam 11.25 UTC Tanggal 16 Februari 2023	33
Gambar 4. 2	Perbandingan Curah Hujan Estimasi Radar Cuaca <i>C-Band</i> Surabaya Sebelum dan Sesudah Koreksi Atenuari Krämer dengan Pengukuran Penakar Hujan Otomatis.....	34
Gambar 4. 3	Hasil <i>Plan Position Indicator</i> (PPI) Radar Cuaca Surabaya pada Jam 05.15 UTC Tanggal 28 Januari 2023	35

Gambar 4. 4	Perbandingan Curah Hujan Estimasi Radar Cuaca <i>C-Band</i> Surabaya Sebelum dan Sesudah Koreksi Atenuari Krämer dengan Pengukuran Penakar Hujan Otomatis.....	36
Gambar 4. 5	Hasil <i>Plan Position Indicator</i> (PPI) Radar Cuaca Surabaya pada Jam 06.45 UTC Tanggal 22 Januari 2023	37
Gambar 4. 6	Perbandingan Curah Hujan Estimasi Radar Cuaca <i>C-Band</i> Surabaya Sebelum dan Sesudah Koreksi Atenuari Krämer dengan Pengukuran Penakar Hujan Otomatis.....	38
Gambar 4. 7	Hasil <i>Plan Position Indicator</i> (PPI) Radar Cuaca Surabaya pada Jam 05.45 UTC Tanggal 27 Februari 2023	40
Gambar 4. 8	Perbandingan Curah Hujan Estimasi Radar Cuaca <i>C-Band</i> Surabaya Sebelum dan Sesudah Koreksi Atenuari Krämer dengan Pengukuran Penakar Hujan Otomatis.....	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	<i>Software</i> Berbasis <i>Web</i> AWS Center yang Digunakan dalam Proses Ekstrak dan Pengambilan Data Curah Hujan Observasi dari Penakar Hujan Otomatis (ARG)	54
Lampiran 2.	<i>Software</i> Berbasis <i>Web</i> Sidarma yang Digunakan dalam Proses Ekstrak dan Pengambilan Data Radar Cuaca.....	54
Lampiran 3.	Data Intensitas Curah Hujan dari ARG Nganjuk.....	55
Lampiran 4.	Data Intensitas Curah Hujan dari ARG Tuban	56
Lampiran 5.	Data Intensitas Curah Hujan dari ARG Widang.....	57
Lampiran 6.	Data Intensitas Curah Hujan dari ARG Bojonegoro.....	58
Lampiran 7.	Data Hasil Perhitungan Estimasi Curah Hujan dari Radar Cuaca di Sekitar Wilayah ARG Nganjuk Sebelum dan Sesudah diterapkan Koreksi Atenuasi Kramer.....	59
Lampiran 8.	Data Hasil Perhitungan Estimasi Curah Hujan dari Radar Cuaca di Sekitar Wilayah ARG Tuban Sebelum dan Sesudah diterapkan Koreksi Atenuasi Kramer.....	60
Lampiran 9.	Data Hasil Perhitungan Estimasi Curah Hujan dari Radar Cuaca di Sekitar Wilayah ARG Widang Sebelum dan Sesudah diterapkan Koreksi Atenuasi Kramer.....	61
Lampiran 10.	Data Hasil Perhitungan Estimasi Curah Hujan dari Radar Cuaca di Sekitar Wilayah ARG Bojonegoro Sebelum dan Sesudah diterapkan Koreksi Atenuasi Kramer.....	62
Lampiran 11.	Pemrograman <i>Python</i> pada <i>Anaconda</i> : <i>Jupyter Notebook</i> untuk Mencari Nilai Estimasi Curah Hujan Sebelum Dilakukan Koreksi Atenuasi Metode Kramer	63
Lampiran 12.	Pemrograman <i>Python</i> pada <i>Anaconda</i> : <i>Jupyter Notebook</i> untuk Mencari Nilai Estimasi Curah Hujan Setelah Dilakukan Koreksi Atenuasi Metode Kramer	64