

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berada di garis khatulistiwa (Hardian dkk., 2017), menjadikan Indonesia sebagai negara beriklim tropis yang hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau (Rahayu dkk., 2018). Selama musim hujan, di beberapa daerah di Indonesia banyak terjadi bencana alam, seperti banjir dan tanah longsor. Hal ini membuat pelayanan informasi cuaca sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Tujuannya adalah untuk meminimalisir kerugian yang terjadi akibat bencana alam.

Cuaca merupakan keadaan udara pada saat tertentu dan wilayah tertentu yang relatif sempit dengan jangka waktu yang singkat (Miftahuddin, 2016). Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi cuaca adalah penginderaan jauh. Penginderaan jauh dikembangkan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang Bumi, terutama informasi tentang cuaca di Bumi (Lindgren, 1985). Informasi cuaca tersebut berupa prakiraan cuaca yang diberikan setiap hari. Meskipun sifatnya prediksi, informasi prakiraan cuaca sangat membantu masyarakat dalam melakukan berbagai aktivitas.

Salah satu instrumen penginderaan jauh yang semakin banyak digunakan adalah radar cuaca. Radar cuaca menjadi salah satu instrumen penginderaan jauh aktif yang digunakan untuk berbagai implementasi hidrologi dan meteorologi, seperti prakiraan banjir secara *near real-time*, pemantauan dan peringatan cuaca buruk, dan prakiraan curah hujan jangka pendek (Nanding & Rico-Ramirez, 2019). Radar meteorologi atau radar cuaca dapat digunakan sebagai alat deteksi, analisis, maupun prediksi kondisi cuaca (Pusparini dkk., 2020). Radar cuaca yang saat ini dioperasikan BMKG pada beberapa wilayah di Indonesia, terdiri dari radar cuaca polarisasi tunggal jenis *C-Band* sebanyak 37 radar, radar cuaca polarisasi tunggal jenis *X-Band* sebanyak satu radar, dan radar cuaca dual polarisasi jenis *X-Band* sebanyak tiga radar, sehingga diharapkan dapat menunjang pelayanan publik (Wardoyo, 2015).

Radar cuaca beroperasi dengan memancarkan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui antena dengan panjang gelombang tertentu dalam bentuk pulsa (Kosasih dkk., 2021). Gelombang elektromagnetik tersebut dipantulkan kembali oleh butiran air di dalam awan. Energi pantul dari gelombang elektromagnetik yang diterima oleh radar cuaca akan diterjemahkan ke dalam nilai reflektivitas dengan satuan *decibel* (dBZ). Semakin besar energi pantul yang maka nilai reflektivitas dBZ akan semakin besar, sehingga dapat diasumsikan intensitas hujan yang terjadi akan semakin besar (Prasetyo dkk., 2019).

Radar cuaca memiliki keunggulan yaitu mempunyai hasil pengamatan yang lebih rinci dengan cakupan ruang yang lebih sempit (Massinai, 2005), sehingga semakin dekat lokasi radar maka hasil yang diperoleh akan semakin bagus. Keunggulan lainnya, radar memiliki resolusi waktu yang cukup bagus yaitu 5-10 menit, sehingga perubahan cuaca dalam skala lokal (kecil) dan dalam durasi singkat dapat diketahui (Prasetyo dkk., 2019). Meskipun radar cuaca memiliki beberapa keunggulan, produk luaran radar cuaca yang masih berbentuk *raw data* (data mentah) banyak mengalami gangguan, baik secara meteorologi (*atenuasi, bright band echo*) maupun non meteorologi (*clutter, signal propagation*) yang dapat mempengaruhi kualitas *raw data* radar (Harrison dkk., 2000).

Gangguan meteorologi, tepatnya *atenuasi* utamanya disebabkan oleh hujan. Hujan menjadi sumber utama yang menyebabkan ketidakakuratan dalam mengestimasi curah hujan dengan radar cuaca terutama hujan dengan intensitas lebat (Jacobi & Heistermann, 2016). Ketidakakuratan tersebut diakibatkan adanya pelemahan energi pulsa radar yang diterima oleh *receiver* pada sistem radar cuaca. Hujan merupakan peristiwa sampainya air yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan Bumi. Jumlah air yang turun ke permukaan Bumi pada tanah datar selama periode tertentu disebut curah hujan. Curah hujan diukur dengan satuan tinggi (mm) dalam periode waktu tertentu (Laila & Setyawan, 2020).

Pengukuran curah hujan dapat dilakukan dengan pengukuran langsung dan tidak langsung (Munawar, 2016). Pengukuran secara langsung dilakukan dengan menggunakan alat penakar curah hujan (*rain gauge*) manual maupun otomatis. Alat penakar hujan manual yang paling umum digunakan dikenal dengan alat pengukur

hujan tipe observatory (Gunawan, 2008), sedangkan alat penakar hujan otomatis yang paling umum digunakan dikenal dengan *Automatic Rain Gauge* (ARG). Pengukuran secara tidak langsung dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, salah satunya radar cuaca. Sistem penginderaan jauh nantinya akan menghasilkan estimasi curah hujan setelah melalui proses pengolahan dengan algoritma tertentu, sehingga mampu menghasilkan informasi curah hujan.

Intensitas curah hujan menjadi salah satu faktor penyebab besar atau kecilnya nilai atenuasi (Kosasih dkk., 2021). Nilai atenuasi yang mempengaruhi *raw data* reflektivitas radar akan semakin besar seiring dengan semakin lebat intensitas curah hujan dan semakin pendek panjang gelombang yang digunakan oleh radar cuaca (Jacobi & Heistermann, 2016). *Raw data* reflektivitas yang terkena gangguan dan tidak terkoreksi akan menambah ketidakakuratan dalam perhitungan estimasi curah hujan oleh sistem radar cuaca sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas informasi cuaca yang dihasilkan (Kosasih dkk., 2021). Perlu adanya perbaikan kualitas pada *raw data* reflektivitas radar cuaca tersebut.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Deffi M Putri, dkk., tentang kajian implementasi *quality control* faktor *bright band* dan atenuasi radar cuaca *C-Band*. Dinyatakan bahwa radar cuaca memiliki beberapa gangguan, seperti adanya *bright band echoes* serta atenuasi dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh radar, sehingga perlu dilakukan kontrol kualitas produk radar melalui *bright band correction* (BBC) dan *Z-attenuation correction* (ZATC) pada proses *pre-processing*. Pada penelitian tersebut, didapatkan kesimpulan jika hasil BBC tidak berfungsi secara optimal. Berbeda dengan koreksi atenuasi yang secara kuantitatif mampu memperbaiki hasil estimasi curah hujan sebesar 62.5% pada data curah hujan harian (Putri dkk., 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan algoritma koreksi atenuasi yang bertujuan untuk meminimalisir gangguan yang terjadi guna meningkatkan akurasi pada hasil perhitungan estimasi curah hujan sehingga informasi cuaca yang dihasilkan menjadi lebih akurat.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses menghilangkan atau mengurangi gangguan meteorologi berupa atenuasi yang disebabkan oleh hujan pada *raw data* reflektivitas radar cuaca *C-Band* sebelum dilakukan tahapan estimasi

curah hujan adalah metode Krämer. Metode Krämer merupakan salah satu metode koreksi atenuasi *Z-based attenuation correction* (ZATC) dengan koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  yang telah ditetapkan Krämer. Metode Krämer dikembangkan oleh S. Krämer dan H. R. Verworn . Pada awalnya metode ini digunakan untuk memproses data radar *C-Band* agar lebih berkualitas saat digunakan untuk kontrol *real-time* sistem drainase perkotaan (Krämer & Verworn, 2008). Seiring berjalannya waktu, metode ini juga menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam menentukan *Quantitative Precipitation Estimation* (QPE) pada radar cuaca *C-Band* di Feldberg, Jerman.

Metode Krämer dipilih karena mampu memberikan peningkatan akurasi estimasi curah hujan pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Kosasih, dkk., tentang pengaruh koreksi atenuasi radar cuaca terhadap perhitungan estimasi curah hujan di Jawa Timur. Didapatkan hasil penelitian jika koreksi atenuasi terhadap *raw data* reflektivitas radar cuaca *C-Band* mampu memberikan peningkatan akurasi pada hasil perhitungan estimasi curah hujan, dengan koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  menurut Krämer dan Verworn yang mampu memberikan peningkatan akurasi estimasi curah hujan tertinggi sebesar 16.1% dibanding dengan Battan dan Harrison yang hanya mampu memberikan peningkatan akurasi estimasi curah hujan sebesar 9.1% dan 2.3% (Kosasih dkk., 2021).

*Raw data* reflektivitas radar cuaca *C-Band* yang telah diterapkan koreksi atenuasi ZATC dengan koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  menurut Krämer, selanjutnya akan memasuki tahapan perhitungan estimasi curah hujan. Proses perhitungan estimasi curah hujan menggunakan persamaan model hubungan Z-R Marshall Palmer. Model hubungan tersebut menunjukkan hasil yang baik saat dikonfigurasi secara *default* ke dalam sistem radar pada penelitian yang dilakukan oleh Komalchand Dhiram, dkk., untuk mengevaluasi hubungan Z-R di Guyana yang bertujuan untuk menyelidiki korelasi antara reflektivitas radar dan curah hujan dengan alat pengukur (Dhiram & Wang, 2016).

Hasil perhitungan estimasi curah hujan setelah diterapkan koreksi atenuasi Krämer akan dibandingkan dengan hasil perhitungan estimasi curah hujan sebelum diterapkan koreksi atenuasi untuk dilakukan evaluasi performa. Evaluasi performa tersebut menggunakan beberapa perhitungan dengan metode statistik sederhana

yaitu korelasi dan RMSE, yang bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai penyimpangan yang terjadi antara estimasi curah hujan radar (*Z-R*) dengan curah hujan sebenarnya (*RR Observation*). Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah koreksi atenuasi Krämer mempengaruhi hasil evaluasi performa estimasi curah hujan radar cuaca. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Akhmad H. K., tentang perbandingan kualitas estimasi curah hujan sebelum dan sesudah implementasi *quality control* data radar di wilayah Palembang dan sekitarnya. Pada penelitian tersebut menunjukkan jika nilai RMSE pada estimasi curah hujan setelah *quality control* mengalami penurunan, sehingga membuktikan jika dengan melakukan *quality control* terhadap data radar mampu memperbaiki dan meningkatkan kualitas estimasi curah hujan (Karsena, 2019).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka akan dilakukan penelitian dengan menerapkan metode Krämer untuk koreksi atenuasi pada data radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya. Metode Krämer akan diimplementasikan pada *raw data* reflektivitas radar cuaca yang kemudian akan dihitung nilai estimasi curah hujannya. Hasil perhitungan estimasi curah hujan dari radar cuaca sebelum dan setelah diterapkan koreksi atenuasi akan divalidasi dengan membandingkannya terhadap data curah hujan dari beberapa ARG di sekitar wilayah radar cuaca. Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan prakirawan cuaca dalam memprakirakan dan memperbaiki keakuratan estimasi curah hujan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil perhitungan estimasi curah hujan pada radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya sebelum diterapkan koreksi atenuasi metode Krämer?
2. Bagaimana hasil perhitungan estimasi curah hujan pada radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya setelah diterapkan koreksi atenuasi metode Krämer?

3. Bagaimana pengaruh koreksi atenuasi metode Krämer terhadap akurasi estimasi curah hujan radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, maka tujuan yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis hasil perhitungan estimasi curah hujan pada radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya sebelum diterapkan koreksi atenuasi metode Krämer.
2. Menganalisis hasil perhitungan estimasi curah hujan pada radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya setelah diterapkan koreksi atenuasi metode Krämer.
3. Menganalisis pengaruh koreksi atenuasi metode Krämer terhadap akurasi estimasi curah hujan radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band* di Surabaya.

### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah agar kedepannya koreksi atenuasi metode Krämer dapat diterapkan dengan baik pada data radar cuaca untuk memberikan peningkatan kualitas estimasi curah hujan sehingga informasi cuaca yang dihasilkan menjadi lebih akurat. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan referensi untuk pengembangan dalam melakukan koreksi atenuasi pada radar cuaca polarisasi tunggal *C-Band*, dan memberikan wawasan bagi prakirawan dalam melakukan analisis prakiraan cuaca.