

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tekanan udara merupakan salah satu parameter penting dalam ilmu meteorologi yang berperan besar dalam menentukan kerapatan udara [1]. Tekanan udara juga sangat penting dalam ilmu meteorologi karena tekanan udara mempengaruhi kondisi cuaca dan perubahan pola lingkungan [2]. Pengukuran tekanan udara digunakan untuk membantu analisis dan prediksi cuaca, mendukung upaya mitigasi bencana, serta mendukung berbagai aktivitas manusia yang bergantung pada informasi cuaca yang di prediksi menggunakan *Automatic Weather Station* (AWS).

Automatic Weather Station (AWS) merupakan sistem pemantauan cuaca otomatis yang terdiri dari berbagai sensor untuk mengukur sejumlah parameter meteorologis. Salah satu parameter yang diukur AWS adalah tekanan udara. Sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan udara pada AWS umumnya merupakan barometer digital. Sensor ini mampu mendeteksi tekanan atmosfer dengan tingkat presisi yang tinggi. Beberapa jenis sensor barometrik yang sering digunakan untuk pengukuran tekanan udara antara lain BMP280, BME280, DPS310, dan MS5611.

Sensor – sensor tersebut tidak hanya mengukur tekanan udara, tetapi juga mengukur suhu dan kelembaban [3].

Performa sensor dengan tingkat akurasi yang rendah dalam hasil pengukuran dapat berdampak pada analisis cuaca dan prediksi iklim, seperti menghasilkan data yang menyimpang, menurunkan ketepatan data pengukuran, memberikan hasil pengukuran yang tidak akurat [4]. Data yang tidak valid akan berpengaruh terhadap analisis data untuk mendapatkan informasi cuaca yang dibutuhkan dalam berbagai keperluan pemantauan seperti pertanian, penerbangan, dan mitigasi bencana [5]. Kestabilan sensor diperlukan untuk menghasilkan data yang tetap reliable dengan jangka waktu tertentu dalam pengukuran secara real-time di berbagai kondisi lingkungan [6]. Sensor yang stabil tidak akan mengalami perubahan nilai pengukuran yang signifikan akibat faktor eksternal seperti suhu dan tekanan. Sedangkan sensor yang mengalami *drift* atau ketidakstabilan data dapat menurunkan keandalan sistem pemantauan [7].

Sensor BMP280 merupakan salah satu sensor multifungsi yang dirancang untuk keperluan pengukuran tekanan udara dan suhu dengan tingkat presisi tinggi [8]. Keunggulan sensor BMP280 dalam sistem pemantauan adalah konsumsi daya yang rendah, harga yang terjangkau, ukuran yang kecil dan sensor ini memiliki akurasi tekanan udara sekitar ± 1 hPa dengan resolusi 0,16 Pa. Selain itu, BMP280 telah dilengkapi dengan kalibrasi internal pabrik, yang langsung dapat digunakan tanpa proses kalibrasi manual [9]. Melalui perbandingan antara kinerja sensor BMP280 dan sensor tekanan udara pada *Automatic Weather Station* (AWS), dapat dinilai sejauh mana sensor BMP280 mampu menghasilkan data yang akurat dan stabil untuk mendukung pemantauan cuaca otomatis.

Penelitian tekanan udara menggunakan sensor BMP280 telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, Penelitian yang dilakukan oleh Desi Oktvia, memberikan gambaran awal mengenai kualitas sensor. Penelitian tersebut masih terbatas dalam hal cakupan waktu dalam pengambilan data sekitar 3 hari dan hanya menggunakan satu metode kalibrasi, sehingga belum mencerminkan performa sensor dalam aplikasi pemantauan jangka panjang. Penelitian tersebut memberikan informasi terkait tingkat akurasi dan presisi BMP280. Prosedur analisis kestabilan sensor pada penelitian ini dilakukan melalui uji *Analysis of Variance* (ANOVA) yang dilengkapi dengan uji lanjut Tukey untuk mengetahui perbedaan antar sensor secara lebih rinci. Selanjutnya, proses kalibrasi diterapkan dengan metode regresi linier guna meningkatkan kesesuaian data sensor terhadap alat acuan. Evaluasi hasil kalibrasi dilakukan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), yang berfungsi untuk mengukur besarnya tingkat kesalahan rata-rata kuadrat. Nilai RMSE yang lebih rendah menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran sensor berkurang, sehingga akurasi data semakin baik, serta membuktikan potensi BMP280 sebagai sensor berbiaya rendah untuk pengembangan *Automatic Weather Station* (AWS) jika diuji dan dikalibrasi dengan tepat [10].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Yogi Pratama telah melakukan uji performa sensor BMP280 melalui regresi linear berganda. Penelitian tersebut membahas kestabilan data sensor dengan pengambilan data selama 3 hari. Rentang waktu pengambilan yang telah dilakukan data perhari setiap 10 menit. Namun, penelitian ini belum melakukan pembandingan secara sistematis terhadap

kestabilan performa sensor dalam berbagai kondisi operasional, seperti yang dibutuhkan pada sistem pemantauan cuaca otomatis *Automatic Weather Station* (AWS). Penelitian ini menggunakan 10 sensor BMP280 dengan rentang hasil pengukuran tekanan udara 101.219,34421 Pa hingga 101.219,34429 Pa. Penelitian tersebut menggunakan data pembanding pengukuran tekanan udara dari BMKG Batam sebesar 101.219,34424 Pa. Penelitian ini melakukan analisis data dengan menggunakan regresi linier berganda yang mampu menurunkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari 0,13%-0,40% menjadi 0,000000010%-0,000000041%. Meskipun demikian, peningkatan performa dibandingkan regresi linier biasa hanya sekitar 0-0,0038%, sehingga penggunaannya dinilai tidak memberikan manfaat signifikan [11].

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis tingkat kestabilan sensor BMP280. Penulis berencana melakukan penelitian tentang pengujian sensor BMP280 dengan membandingkan hasilnya terhadap nilai acuan dari *Automatic Weather Station* (AWS) untuk menilai tingkat kestabilan sensor. Penelitian ini dilakukan berlangsung selama tiga bulan, lebih panjang dibandingkan penelitian sebelumnya, dengan pengambilan data setiap 1 menit selama 1 hari penuh. Analisis data penulis akan melakukan uji Homogenitas dengan menggunakan dua variansi uji residu dan uji *levene* digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil pengukuran tekanan udara dari empat sensor BMP280 terhadap acuan AWS, sehingga dapat dinilai kestabilan dan konsistensi akurasi sensor dalam jangka waktu pengamatan. Penelitian ini juga menggunakan regresi linear untuk menganalisis keterkaitan antara data yang diperoleh dari sensor dengan nilai acuannya, penelitian juga menggunakan metode analisis uji homogenitas varians (penyebaran data) yang sama atau tidak, digunakan untuk mengetahui keseragaman distribusi data antar kelompok pengukuran [12]. Pada tahap analisis, metrik kuantitatif seperti *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R^2) diterapkan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan dan mengukur keandalan sensor. RMSE secara khusus berfungsi untuk menilai besar rata-rata kesalahan kuadrat dari hasil pengukuran, sehingga semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa sensor BMP280 semakin akurat dan stabil dalam mendeteksi tekanan udara. Oleh karena

itu, penulis akan melakukan penelitian tentang "Analisis Kestabilan Akurasi Data Pengukuran Tekanan Udara pada Sensor BMP280".

B. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat kestabilan dan akurasi sensor BMP280 dalam mengukur parameter tekanan udara.

C. Batasan Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini diuraikan tidak meluas dan mampu dibahas dengan baik sesuai batasan keilmuan peneliti. Beberapa batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan sensor BMP280.
2. Penelitian ini diuji di Stasiun Meteorologi Kelas I Hang Nadim Batam.
3. Penelitian ini mengukur tekanan udara.
4. Penelitian ini menganalisis dan membandingkan kestabilan akurasi sensor BMP280 dengan sensor AWS.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini untuk membandingkan kestabilan akurasi sensor BMP280 dalam mengukur tekanan udara (milibar/mb) dengan data *Automatic Weather Station* (AWS). Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan kondisi pengujian terhadap konsistensi data yang dihasilkan sensor, serta mengevaluasi kesesuaian performa sensor BMP280 melalui pendekatan statistik seperti , regresi linear, uji homogenitas, uji residu dan uji *levene*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai performa sensor BMP280 dalam hal kestabilan, akurasi, dan presisi pengukuran tekanan udara. Hasil pengujian ini dapat menjadi dasar dalam menentukan kelayakan penggunaan sensor BMP280 pada sistem pemantauan cuaca otomatis (AWS), terutama dalam lingkungan yang membutuhkan ketelitian data atmosferik

2. Bagi komunitas akademik dan peneliti, penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai evaluasi sensor lingkungan, serta menjadi referensi untuk penelitian lanjutan di bidang kalibrasi sensor, analisis data, pengembangan teknologi IoT yang bergantung pada akurasi data pengukuran dalam sistem pemantauan cuaca.

