

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air memiliki peran yang sangat penting sebagai sumber daya alam utama dalam menunjang kehidupan makhluk hidup, terutama manusia[1]. Penggunaan air oleh masyarakat Indonesia mencakup berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti kebutuhan minum, mandi, mencuci, serta keperluan lainnya[2]. Dalam sistem pengelolaan air bersih nasional, pemerintah daerah mendirikan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan badan usaha milik daerah yang bertugas mengelola dan melayani kebutuhan air minum masyarakat[3].

Kebutuhan air minum masyarakat yang dilayani oleh PDAM umumnya dihitung berdasarkan standar kebutuhan pokok air minum. Berdasarkan Permendagri Nomor 21 Tahun 2020, standar kebutuhan pokok air minum ditetapkan sebesar 60 liter/orang/hari atau 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan[4]. Standar regulasi ini menjadi acuan utama dalam mengevaluasi pemenuhan kebutuhan air di Kota Tegal. Berdasarkan data BPS Kota Tegal, jumlah penduduk Kota Tegal pada tahun 2026 sebesar 291.687 jiwa[5]. Sementara itu, kondisi saat ini menunjukkan baru sekitar 45.000 pelanggan yang menggunakan layanan air minum dari PDAM, dengan beban pelayanan yang masih harus dikembangkan karena terdapat 2.000 calon pelanggan yang

saat ini masuk dalam daftar tunggu[6]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa cakupan layanan air minum masih perlu ditingkatkan agar kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi secara merata. Namun, dalam praktiknya, sistem distribusi air bersih masih berpotensi mengalami berbagai permasalahan teknis, salah satunya kebocoran pada jaringan pipa distribusi yang dapat menyebabkan kehilangan air, penurunan tekanan, dan menurunnya kualitas pelayanan kepada masyarakat[7].

Kebocoran pada jaringan distribusi umumnya ditandai dengan perubahan pola debit dan tekanan air yang tidak normal pada titik-titik tertentu di jaringan pipa[8]. Debit air merupakan jumlah volume air yang mengalir melalui suatu titik dalam sistem aliran air pada satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam liter per detik (L/s), liter per menit (L/menit), atau meter kubik per jam (m^3 /jam), Sementara itu, Tekanan dicatat dalam satuan bar atau PSI, yang menunjukkan besarnya tekanan air dalam pipa[9]. Debit air menjadi parameter penting dalam analisis kondisi pipa karena menunjukkan besar kecilnya aliran air. Pengukuran debit dapat dilakukan menggunakan sensor *water flow* yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur aliran air[10]. Stabilitas tekanan air sangat penting untuk menjaga kontinuitas aliran serta kualitas pelayanan distribusi air bersih kepada masyarakat[11].

Untuk membantu proses analisis kondisi pipa, diperlukan pendekatan yang mampu mempelajari pola data debit dan tekanan air. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *machine learning*. *Machine*

learning dapat digunakan untuk membangun model klasifikasi berdasarkan data historis sehingga sistem mampu mengenali pola tertentu dan menghasilkan prediksi terhadap data baru. Dalam penelitian ini, *machine learning* digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi pipa berdasarkan parameter debit dan tekanan air.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features*. *Logistic Regression* digunakan untuk mengklasifikasikan data ke dalam dua kelas, yaitu kelas 0 dan kelas 1. Dalam penelitian ini, kelas 0 merepresentasikan kondisi pipa Normal, sedangkan kelas 1 merepresentasikan kondisi pipa Bocor. *Polynomial Features* ditambahkan agar model dapat mempelajari pola hubungan yang lebih kompleks antara debit dan tekanan air. Dengan demikian, model tidak hanya melihat hubungan linear antarvariabel, tetapi juga mampu mengenali kemungkinan pola *non-linear* yang muncul pada data.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan dengan judul “Implementasi *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* untuk Klasifikasi Kondisi Pipa Berdasarkan Debit dan Tekanan Air”. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model *machine learning* yang dapat mengklasifikasikan kondisi pipa berdasarkan data debit dan tekanan air. Model yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi salah satu pendekatan berbasis data dalam membantu proses analisis kondisi pipa, terutama untuk membedakan kondisi Normal dan Bocor.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penentuan dari latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana proses pengolahan data debit dan tekanan air sebagai variabel masukan dalam klasifikasi kondisi pipa pada Perumda Air Minum Tirta Bahari Kota Tegal?
2. Bagaimana penerapan algoritma *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* dalam mengklasifikasikan kondisi pipa berdasarkan parameter debit dan tekanan air?
3. Bagaimana performa model *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* dalam mengklasifikasikan kondisi pipa berdasarkan nilai *Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, confusion matrix*?

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah agar tidak terlalu luas, diperlukan ruang lingkup permasalahan. Dengan demikian, ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada beberapa poin utama berikut:

1. Parameter yang digunakan dalam penelitian hanya meliputi debit air dan tekanan air.
2. Sistem hanya melakukan klasifikasi kondisi pipa berdasarkan data debit dan tekanan, tanpa menentukan lokasi titik kebocoran secara spesifik.
3. Algoritma *Machine learning* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features*.

4. Kolom yang digunakan dalam proses pemodelan adalah *Pressure*, *Flow_Rate*, dan *Leakage_Flag*.
5. Sistem klasifikasi hanya membedakan kondisi pipa ke dalam dua kelas, yaitu Normal dan Bocor.

1.4. Tujuan Dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* dalam mengklasifikasikan kondisi pipa berdasarkan parameter debit dan tekanan air pada Perumda Air Minum Tirta Bahari Kota Tegal. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan *dataset*, *Preprocessing* data, pembagian *dataset*, pembentukan *pipeline* model, optimasi parameter, serta evaluasi performa model. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan model dalam membedakan kondisi pipa ke dalam dua kelas, yaitu Normal dan Bocor, berdasarkan parameter *Pressure* dan *Flow_Rate*. Performa model dievaluasi menggunakan beberapa metrik, yaitu *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *confusion matrix*.

1.4.2. Manfaat

Implementasi metode *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* untuk klasifikasi kondisi pipa berdasarkan data debit dan tekanan air memiliki beberapa manfaat, antara lain:

1. Bagi Perumda Tirta Bahari Kota Tegal
 - a. Memberikan alternatif solusi dalam proses analisis kondisi pipa berdasarkan parameter debit dan tekanan air menggunakan pendekatan *machine learning*.
 - b. Membantu proses klasifikasi kondisi pipa secara otomatis berdasarkan pola data debit dan tekanan air.
 - c. Menjadi referensi dalam pengembangan teknologi analisis kondisi pipa yang lebih efisien dan berbasis data.
2. Bagi Universitas Harkat Negeri
 - a. Menambah kontribusi penelitian pada bidang *machine learning*, khususnya penerapan metode *Logistic Regression* dengan *Polynomial Features* dalam klasifikasi kondisi pipa.
 - b. Menjadi sumber referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis data debit dan tekanan air pada jaringan distribusi air bersih.
 - c. Mendukung pengembangan penelitian terapan yang mengintegrasikan teknologi informasi dengan permasalahan pada bidang pelayanan publik.

3. Bagi Mahasiswa

- a. Menambah wawasan dan pemahaman dalam penerapan algoritma *machine learning* untuk klasifikasi kondisi pipa berdasarkan data debit dan tekanan air.
- b. Mengembangkan kemampuan dalam pengolahan data, *training* model, evaluasi performa model, serta implementasi hasil model sebagai media pengujian klasifikasi.
- c. Menjadi sarana pengembangan kompetensi mahasiswa dalam menyelesaikan studi kasus nyata menggunakan pendekatan *data mining* dan *machine learning*.

1.5. Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai kerangka dan isi laporan. Adapun sistematika penulisannya terbagi menjadi enam bab utama sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah, batasan masalah agar ruang lingkup penelitian lebih terarah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, serta sistematika laporan yang memberikan gambaran umum isi dari setiap bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang mendukung penelitian. Teori yang dibahas meliputi sistem distribusi air bersih, kebocoran pipa, debit air, tekanan air, klasifikasi, *Machine learning*, *Python*, *Library*, *Logistic Regression*. Pembahasan teori tersebut digunakan sebagai dasar dalam mendukung proses penelitian mengenai klasifikasi kondisi pipa berdasarkan parameter debit dan tekanan air.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari pengumpulan *dataset*, *Preprocessing* data, pembagian *dataset*, pembentukan *pipeline model*, optimasi dan *training* model, evaluasi model, hingga penyimpanan model hasil *training*.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas analisis kebutuhan dataset dan rancangan proses *machine learning* yang digunakan dalam penelitian. Pembahasan meliputi rancangan alur pemodelan, serta rancangan proses klasifikasi kondisi pipa.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi proses *training* model, hasil *Preprocessing* data, hasil pembagian data, hasil optimasi, hasil evaluasi model, *confusion matrix*, dan pembahasan performa model dalam mengklasifikasikan kondisi pipa.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.