

RINGKASAN

Kerentanan dalam sistem jaringan distribusi air bersih merupakan kondisi ketika suatu jaringan tidak mampu mempertahankan fungsi pelayanannya secara optimal saat menghadapi gangguan, baik akibat faktor internal seperti degradasi material pipa, usia infrastruktur, dan tekanan operasional yang tidak stabil, maupun faktor eksternal seperti aktivitas manusia, kondisi topografi, dan variasi kebutuhan air. Jaringan yang rentan dapat menimbulkan berbagai permasalahan, mulai dari kehilangan air, distribusi tidak merata, hingga penurunan kualitas pelayanan kepada masyarakat. Berdasarkan pemahaman tersebut, dilakukan analisis terhadap jaringan distribusi air bersih di salah satu wilayah pelayanan unit pengolahan air milik PERUMDA Air Minum Tirta Muaro Jambi yaitu IPA Sungai Duren dengan tujuan dari penelitian ini untuk menguji kerentanan dan seberapa jauh jaringan mampu bertahan jika gangguan terjadi. Pada tahun 2024 mencatat kehilangan air sebesar 27% dari total produksi. Kondisi ini memunculkan indikasi bahwa sistem jaringan yang ada belum bekerja secara optimal dan berisiko tinggi terhadap gangguan.

Penelitian menggunakan pendekatan simulasi hidraulika dengan perangkat lunak WaterCAD 2024 untuk menganalisis parameter teknis seperti tekanan, kecepatan aliran, debit, dan elevasi. Hasil yang didapatkan tekanan minimum pada jaringan distribusi ditemukan sebesar $0,7 \text{ kg/m}^2$, yang tergolong sangat rendah dan tidak memenuhi syarat minimal tekanan untuk sistem distribusi air ($\geq 10 \text{ kg/m}^2$). Sementara kecepatan aliran tercatat pada $0,006 - 0,173 \text{ m/s}$ dan rata-rata kecepatan aliran berada pada angka $0,039 \text{ m/s}$, di mana rata-rata segmen pipa berada di bawah standar kecepatan minimum $0,3 \text{ m/s}$, yang dapat menyebabkan sedimentasi dan penurunan efisiensi distribusi. Perhitungan indeks kerentanan dilakukan dan hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa segmen jaringan berada dalam kategori kerentanan menengah hingga tinggi. Pada 5 pipa awal yang berkategori krusial memiliki tingkat kerentanan tinggi dengan rentang nilai $1,3982 - 0,5490$. Lalu terdapat 4 pipa lainnya masih tergolong aman tetapi perlu pengawasan dengan rentang nilai kerentanan yaitu $0,4693 - 0,4070$. Secara keseluruhan, sistem distribusi di wilayah ini dinilai belum mampu menjamin kontinuitas dan efisiensi pelayanan air bersih. Oleh karena itu, dibutuhkan strategi perbaikan infrastruktur jaringan dan manajemen tekanan yang lebih efektif. Penelitian ini diharapkan menambah literatur terkait evaluasi kerentanan sistem distribusi serta menjadi bahan informasi bagi PERUMDA Air Minum Tirta Muaro Jambi dalam mengoptimalkan pengendalian dan pelayanan air bersih.

SUMMARY

Vulnerability in a clean water distribution network refers to the condition in which the system is unable to maintain its service function optimally when disturbances occur. These disturbances may result from internal factors such as pipe material degradation, aging infrastructure, and unstable operational pressure, or external factors including human activities, topographical conditions, and fluctuations in water demand. A vulnerable network can lead to various problems, including water loss, uneven distribution, and a decline in service quality for the community. Based on this understanding, an analysis was conducted on the clean water distribution network in Sungai Duren Water Treatment Plant (IPA) managed by PERUMDA Air Minum Tirta Muaro Jambi. The aim of the study was to assess the network's vulnerability and its capacity to maintain performance under disturbance scenarios. The Sungai Duren service area supplies water to five villages/urban areas and recorded a water loss rate up to 27% of total production in 2024, indicating suboptimal performance and a high risk of failure.

A hydraulic simulation approach was employed using WaterCAD 2024 to analyze technical parameters such as pressure, flow velocity, discharge, and elevation. Results showed that the minimum pressure in the distribution network was 0.7 kg/m^2 , far below the minimum required pressure for a distribution system ($\geq 10 \text{ kg/m}^2$). Flow velocities ranged from 0.006 m/s to 0.173 m/s , with an average of 0.039 m/s — significantly below the standard minimum of 0.3 m/s , which may lead to sedimentation and reduced distribution efficiency. Vulnerability index was conducted, revealing that several pipeline segments fell within medium to high vulnerability category. The first five critical pipes had high vulnerability values ranging from 1.3982 to 0.5490. Another four pipes were categorized as safe but still required monitoring, with vulnerability values between 0.4693 and 0.4070. Overall, the distribution system in this service area is not yet capable of ensuring continuity and efficiency in clean water supply services. Therefore, infrastructure improvements and more effective pressure management strategies are necessary. The findings of this research are expected to contribute to the literature on distribution system vulnerability assessment and serve as a reference for PERUMDA Air Minum Tirta Muaro Jambi in optimizing vulnerability control and improving water supply services.