

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan vital bagi manusia dan ekosistem, namun eksploitasi berlebihan, terutama di sektor industri manufaktur, telah menjadi masalah serius. Pertumbuhan populasi global dan peningkatan konsumsi menyebabkan permintaan air bersih terus meningkat, mendorong perlunya efisiensi energi dan air dalam sistem manufaktur. Faktor seperti kenaikan harga energi, kelangkaan air berkualitas, dan regulasi lingkungan semakin memperkuat urgensi ini. Air tidak hanya digunakan sebagai bahan baku, tetapi juga sebagai sumber energi primer. Oleh karena itu, pengukuran konsumsi energi dan air serta analisis pola penggunaannya pada sistem manufaktur diperlukan untuk mengidentifikasi proses dan sistem yang tidak efisien [1].

Sistem utilitas pada suatu pabrik mempunyai peran yang sama pentingnya dengan proses produksi pabrik itu sendiri. Salah satu sistem utilitas yang ada di setiap pabrik adalah sistem distribusi air bersih. Dalam operasional industri manufaktur, air bersih memegang peran penting, baik untuk proses produksi, sanitasi, maupun kebutuhan karyawan. Sistem distribusi air bersih yang efisien dan andal sangat krusial untuk mendukung kelancaran operasional dan keberlanjutan perusahaan. Sistem distribusi air yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan pemborosan sumber daya, peningkatan biaya operasional, dan gangguan produksi [2]. Ketidakefisienan ini juga berdampak negatif pada lingkungan, seperti pemborosan air dan energi. Dengan demikian, optimasi sistem distribusi air bersih menjadi aspek kritis dalam manajemen fasilitas industri.

Distribusi air bersih PT XYZ Indonesia saat ini masih mengandalkan pompa air yang bekerja secara terus-menerus tanpa adanya sistem penyimpanan air yang memadai. Hal ini menyebabkan pompa mengalami kelelahan (*fatigue*) dan umur pakainya menjadi lebih pendek. Selain itu, tekanan air dalam pipa yang selalu tinggi membuat pipa rentan terhadap kerusakan, kebocoran, atau bahkan pecah. Tekanan air yang tidak terkontrol dalam sistem perpipaan dapat menyebabkan stres mekanis pada material pipa, yang pada akhirnya meningkatkan risiko kegagalan sistem [3].

Belum adanya tangki penampung air di atas (*elevated storage*) juga membuat sistem distribusi air kurang optimal dan tidak efisien. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan biaya perawatan tetapi juga berpotensi mengganggu operasional perusahaan jika terjadi kerusakan mendadak.

Analisis perbaikan sistem distribusi air bersih menjadi kebutuhan mendesak bagi PT XYZ untuk mengatasi inefisiensi yang terjadi selama ini. Peningkatan sistem distribusi air melibatkan penyesuaian desain perpipaan, pemilihan pompa yang sesuai, dan penerapan teknologi penyimpanan air untuk mengurangi beban kerja pompa [4].

Dalam kasus PT XYZ, penggunaan tangki air atas dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada pompa yang bekerja terus-menerus. Dalam penelitian *Pressure-Driven Demand and Leakage Simulation in Water Distribution Networks* menjelaskan bahwa sistem tangki atas (*up-feed system*) dapat menstabilkan tekanan air dan mengurangi fluktuasi yang berlebihan dalam jaringan pipa [5]. Selain itu, integrasi sistem otomatisasi, seperti sensor level air dan kontroler berbasis *IoT*, dapat meningkatkan efisiensi operasional dan meminimalkan pemborosan air. Analisis ini akan mencakup sistem plambing, pemilihan material pipa yang tahan tekanan, serta penentuan kapasitas dan lokasi tangki air atas yang optimal.

Dalam setiap gedung dibutuhkan perencanaan matang dari berbagai aspek. Selain perencanaan sistem elektrik dan perancangan gedung itu sendiri, dibutuhkan pula perencanaan sistem mekanikal gedung yang meliputi sistem ventilasi mekanis, sistem proteksi kebakaran dan sistem plambing. Pada instalasi plambing sering ditemukan tekanan air yang kurang sehingga debit pengaliran air bersih mengalir dengan debit yang kecil. Pada perancangan sistem plambing diperlukan sistem distribusi air bersih yang sesuai dengan konfigurasi gedung sehingga tekanan dan debit pengaliran air bersih pada masing-masing area dapat terpenuhi [6].

Dalam Tugas Akhir ini, analisis difokuskan pada beberapa aspek kunci untuk mengoptimalkan sistem distribusi air bersih di PT XYZ. Pertama, analisis sistem plambing dan kebutuhan air akan dilakukan. Kedua, pemilihan pompa air yang efisien dan sesuai kebutuhan perusahaan akan dievaluasi. Terdapat penelitian

yang menyatakan bahwa penggunaan pompa dengan teknologi *variable frequency drive* (VFD) dapat mengurangi konsumsi energi hingga 25% dengan mengatur kecepatan pompa sesuai kebutuhan [7]. Ketiga, desain perpipaan akan dianalisis untuk menentukan ukuran, material, dan *layout* pipa yang optimal guna meminimalkan tekanan berlebihan dan risiko kerusakan. Desain perpipaan yang tepat dapat mengurangi kehilangan energi akibat gesekan dan meningkatkan efisiensi sistem [8]. Keempat, tangki air atas akan dievaluasi dari segi kapasitas, lokasi, dan sistem otomasisanya. Tangki atas dapat membantu menstabilkan tekanan air dan mengurangi fluktuasi dalam jaringan pipa [9]. Kelima, analisis akan mencakup komponen pendukung, seperti katup pengatur tekanan dan sensor level air, untuk meningkatkan efisiensi sistem. Terakhir, analisis efisiensi air dan daya akan dilakukan untuk mengukur potensi penghematan pasca-implementasi sistem baru.

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama yaitu perhitungan manual dan simulasi komputer. Perhitungan manual dilakukan dengan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) dan luas wilayah efektif untuk menentukan kebutuhan air dan kapasitas tangki. Sementara itu, simulasi komputer menggunakan software *EPANET* untuk memodelkan sistem distribusi air dan menganalisis dampak penambahan tangki air atas otomatis.

EPANET dipilih karena kemampuannya dalam memodelkan sistem distribusi air secara akurat, termasuk analisis tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan tekanan (*head loss*) dalam pipa. Software ini juga memungkinkan simulasi *extended-period*, sehingga dampak perubahan sistem seperti penambahan tangki dapat diprediksi dengan baik. Dengan menggabungkan perhitungan manual dan simulasi *EPANET*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang komprehensif dan terukur untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi air bersih di PT XYZ. "Dalam *International Journal of Advanced Research*, *EPANET* digunakan dalam penelitian berjudul "Design of Water Distribution System Using *EPANET*". Penelitian ini memanfaatkan *EPANET* untuk merancang sistem distribusi air bersih, mengoptimalkan jaringan pipa, dan menganalisis parameter hidrolika seperti tekanan, kecepatan aliran, dan *head loss*. [10]

Analisis ini sangat relevan bagi PT XYZ sebagai perusahaan manufaktur yang membutuhkan sistem distribusi air bersih yang andal dan efisien. Sistem distribusi air yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan pemborosan sumber daya dan peningkatan biaya operasional [11]. Dengan menerapkan sistem tangki air atas, PT XYZ dapat mengurangi beban kerja pompa, memperpanjang umur pakai peralatan, dan menurunkan biaya perawatan. Selain itu, sistem ini sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan efisiensi energi yang semakin penting dalam industri modern. Optimasi sistem distribusi air dapat mengurangi pemborosan air hingga 20-30%, yang tidak hanya menguntungkan perusahaan secara finansial tetapi juga mendukung upaya konservasi sumber daya air [12]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi konkret untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi air bersih di PT XYZ.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa kebutuhan air bersih pada PT XYZ?
2. Bagaimana perencanaan sistem distribusi air bersih di PT XYZ?
3. Bagaimana kondisi hidraulik pada komponen sistem distribusi air bersih PT XYZ?
4. Berapa tingkat efisiensi sistem yang dicapai setelah perencanaan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sistem distribusi air bersih yang saat ini digunakan di PT XYZ.
2. Mengidentifikasi kendala, inefisiensi, serta faktor apa saja yang memengaruhi sistem distribusi air bersih di PT XYZ.
3. Merancang solusi perbaikan sistem distribusi air bersih dengan menggunakan tangki air atas.
4. Menghitung tingkat efisiensi energi dan operasional yang dapat dicapai setelah implementasi sistem tangki air atas.
5. Memberikan pilihan solusi terbaik dalam meningkatkan sistem distribusi air bersih PT XYZ.

1.4 Manfaat

1. Memberikan pemahaman tentang sistem distribusi air bersih, termasuk komponen dan kinerjanya, sebagai dasar untuk identifikasi masalah dan perbaikan.
2. Mengungkap masalah dan faktor penyebab inefisiensi, seperti kebocoran, tekanan tidak stabil, atau desain pipa yang kurang optimal, untuk merancang solusi yang tepat.
3. Menyediakan solusi inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi sistem, mengurangi beban pompa, dan menstabilkan tekanan air.
4. Memberikan data kuantitatif tentang penghematan biaya operasional, pengurangan konsumsi energi, dan penghematan air, yang mendukung keputusan investasi dan keberlanjutan.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya berfokus pada sistem distribusi air bersih PT XYZ
2. Analisis dibatasi sampai penggunaan tangki air atas sebagai solusi utama.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada data yang tersedia dari PT XYZ dan hasil pengamatan lapangan.
4. Penelitian ini tidak membahas aspek kualitas air dan sistem buangan limbah air, melainkan fokus pada aspek mekanis seperti tekanan, aliran fluida, kebutuhan air bersih, serta efisiensi distribusi penggunaan air bersih.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini tersusun dari lima bab. Bab pertama mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan penelitian, serta gambaran mengenai struktur penulisan bab-bab selanjutnya. Bab kedua membahas kajian literatur yang mendukung penelitian ini. Bab ketiga menguraikan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Bab keempat memaparkan hasil dan pembahasan berdasarkan analisis data dari hasil simulasi yang diperoleh. Bab kelima mencakup kesimpulan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.