

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pusat data adalah salah satu tulang punggung dari berbagai layanan internet dan aplikasi, konsumsi listrik meningkat secara drastis dalam beberapa tahun terakhir dan jumlah pusat data terus bertambah untuk mendukung layanan online dan penggunaan data besar (*Big Data*) dalam ekonomi digital. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, pusat data melakukan penambahan perangkat berkinerja tinggi, seperti server, sistem penyimpanan, dan jaringan, guna meningkatkan kecepatan layanan pemrosesan data. Namun, peningkatan kinerja pada peralatan tersebut juga berdampak pada peningkatan konsumsi energi selama operasional pusat data [1]. Pusat data berkontribusi terhadap pertumbuhan gas rumah kaca karena mengonsumsi jumlah energi yang signifikan. Pusat data Microsoft di Washington memiliki lebih dari 43.600 meter persegi untuk menyimpan server dan mesin lainnya yang dibutuhkan, total luas dari pusat data tersebut sama dengan 10 lapangan sepak bola, fasilitas yang mereka miliki menggunakan 4.8 kilometer *chiller*, 92.900 meter persegi *drywall*, 965 kilometer kabel listrik, dan 1.5 ton metrik baterai yang digunakan sebagai sumber cadangan listrik. Ketika semua mesin dinyalakan, daya listrik yang dikonsumsi dapat menghabiskan 48 megawatt dan itu cukup untuk menyalakan 4.000 rumah [2].

Salah satu faktor terbesar penggunaan energi yang cukup tinggi pada pusat data adalah pendinginan server, karena perannya yang sangat penting dalam keberhasilan proses pengoperasian pusat data [3], dikutip dari penelitian telah dibuktikan bahwa menjaga suhu *chip* dan memori di bawah 70°C diperlukan untuk mencegah penurunan kinerja, efisiensi atau gagal beroperasi secara normal yang diakibatkan oleh panas berlebih [4]. Bahkan menurut penelitian lainnya pada pusat data dengan pendingin udara, konsumsi yang dibutuhkan hanya untuk mempertahankan operasi peralatan normal melalui sistem pendinginnya biasanya mencapai lebih dari 40% dari total energi yang dikonsumsi oleh pusat data [5].

Inefisiensi sistem pendingin udara dapat menjadi hambatan dalam operasional pusat data. Selain membatasi kapasitas pengembangan, inefisiensi ini juga menyebabkan pemborosan energi yang cukup signifikan, sehingga berdampak pada meningkatnya biaya operasional secara keseluruhan. [6]. Maka dari itu proses pendinginan server telah banyak diteliti. Pendinginan dengan cairan telah terbukti sangat efisien, IBM telah memanfaatkan teknologi pendingin ini sejak tahun 1967 di System/360 Model 91 yang menggunakan sistem hibrida yaitu *air-to-water system*. Teknologi pendingin dengan cairan dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu *immersion cooling*, *spray cooling*, dan *cold plate*, untuk *immersion cooling* dan *spray cooling* cukup efektif mengeluarkan panas dari komponen [7]. pusat data berskala besar biasanya menggunakan konfigurasi standar berpendingin air dingin (*Chilled water cooling system*) yang biasanya terdiri dari tiga *loop* [3], yaitu:

1. *Loop Sisi Udara*

Udara dingin yang disuplai oleh *Computer Room Air Handler* (CRAH) melintasi *underfloor plenum* dan dikeluarkan di ubin berlubang karena adanya perbedaan tekanan antara *underfloor plenum* dengan ruang mesin. Rak server dan peralatan diatur dalam lorong dingin dan lorong panas, dimana udara dingin akan tersedot ke server dari saluran rak yang menghadap ke lorong dingin dan didorong ke arah lorong panas setelah menyerap panas yang dihasilkan oleh server. Udara panas kemudian dikumpulkan oleh CRAH melalui saluran khusus dan berubah menjadi udara dingin melalui proses pemindahan panas dengan air dingin. Lingkaran aliran udara ini digerakan oleh satu set kipas seperti *blower* CRAH, kipas ubin, kipas rak, kipas server.

2. *Loop Air Dingin Chiller-CRAH*

Air dingin yang diproduksi oleh chiller mengalir ke kumbaran pendingin CRAH dengan menggunakan bantuan pompa, dan kembali ke chiller setelah air menjadi panas lalu hangat dibuang ke kondensor.

3. *Loop Air Kondensor pendingin Chiller*

Pada loop ini bertanggung jawab untuk memindahkan panas ke luar atmosfer melalui proses penguapan menara pendingin. Jika lingkungan luar mendukung maka mesin *chiller* dapat dimatikan untuk menghemat energi.

Dengan sistematis seperti itu, air adalah komponen utama dalam sistem pendinginan di pusat data, namun air juga menjadi tantangan utama jika terjadi kebocoran karena akan merusak komponen yang ada di dalam pusat data [8]. Dalam implementasi sistem perpipaan saat ini, tidak ada sistem pipa air yang benar-benar anti bocor, bahkan untuk sistem yang terstruktur tetap tidak bisa tahan terhadap air sepanjang waktu, kebocoran ini tidak dapat dihindari ketika material mulai aus, korosi pipa, cacat material, kesalahan pemasangan, tekanan air yang tidak teratur, lalu terjadinya *water hammer* di dalam pipa [9]. Namun, dengan penerapan teknologi yang tepat, berbagai potensi kerusakan seperti penuaan pipa, retakan, dan kerusakan struktural dapat dideteksi lebih awal. Deteksi dini ini berperan penting dalam mengurangi risiko kerusakan yang lebih parah dan meminimalkan dampak operasional yang mungkin timbul.

Kebocoran air dalam sistem distribusi umumnya terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu kebocoran teknis yang disengaja untuk keperluan perawatan, serta kebocoran yang tidak diinginkan akibat kerusakan atau kegagalan sistem. Kebocoran teknis sekitar 5%, sementara kebocoran yang tidak diinginkan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti retakan pada pipa, sambungan yang tidak rapat, kerusakan fisik seperti pipa patah, serta tindakan pencurian air. Secara umum, semakin besar kapasitas dan cakupan sistem jaringan distribusi air, maka semakin besar pula potensi kebocoran yang terjadi [10].

Maka dari itu diperlukannya sebuah alat untuk mendeteksi kebocoran air yang mampu membaca ketika terjadinya kerusakan pada sistem distribusi air agar tidak terjadinya hal-hal yang dapat merusak dan membahayakan bagi pusat data. Berikut ini merupakan hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem deteksi kebocoran air :

1. *A design of automatic water leak detection device* [9]: Sistem ini menggunakan *Microphone* (MIC) dengan bantuan komponen komputasi (ARM-M4) untuk memproses informasi suara dan menggunakan modul komunikasi 3G serta memanfaatkan *GPS* untuk sistem pemosisian. Untuk cara kerja pendeteksian kebocoran, peneliti mengadopsi metode *Fast Fourier Transform* (FFT). Pertama, MIC digunakan untuk mengumpulkan data akustik yang dihasilkan

oleh aliran pipa dan dikonversi dari analog ke digital sebagai sumber masukan FFT, lalu FFT akan membandingkan ketika ada perbedaan antara suara normal dengan suara terjadinya kebocoran. Hasil dari penelitian tersebut, sistem mampu mendeteksi kebocoran pada pipa berjenis PVC dan Metal. Berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, penelitian yang akan dilakukan dapat mendeteksi kebocoran dari berbagai jenis pipa karena tidak adanya pengaruh dari bahan pipa.

2. *A multi-wire based technique for leak detection and localization in underground water pipelines* [11]: penelitian tersebut menggunakan teknik *multi-wire*, sistem ini menggunakan *Analog to Digital converter* agar datanya bisa dibaca oleh mikrokontroler yang digunakan. Cara kerja dari sistem tersebut adalah *Multi-wire* akan dipasangkan, terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *wire* sebagai referensi yang dipasang sepanjang pipa, dan *wire* sebagai pendeteksi yang dipasang pada titik rawan kebocoran, *wire* sebagai pendeteksi ini dapat ditambahkan sesuai zona, penelitian tersebut menggunakan 3 zona deteksi, sehingga *wire* sensor yang digunakan sebanyak 4 buah *wire*. Ketika terjadinya kontak air antara *wire* referensi dengan *wire* pendeteksi maka akan terjadinya arus balik sehingga dapat menjadi parameter terjadinya kebocoran. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu sama-sama menggunakan teknik *multi-wire*. Namun, penelitian yang dilakukan akan mengurangi jumlah kabel yang digunakan, sehingga sistem tetap dapat berfungsi optimal sekaligus mampu mendeteksi lokasi terjadinya kebocoran secara lebih akurat.

Banyak penelitian menyarankan untuk membuat kecerdasan otomatis sebagai deteksi dan prediksi kebocoran untuk mengurangi beban kerja manusia. Penelitian terdahulu menghadapi tantangan yang berbeda. Karena sistem pipa air cukup kompleks dan tidak linear, dari penelitian mengusulkan untuk penggunaan jaringan sensor nirkabel, robot penggerak otonom, dan metode prediksi untuk memantau keadaan pipa air sebagai parameter pendeteksi kebocoran pipa [9]. Alat pendeteksi kebocoran air mampu memantau pipa air selama 24/7 tanpa diperlukannya kehadiran manusia, alat tersebut dirancang penuh untuk memiliki kemampuan otomatis untuk mengurangi beban kerja manusia, salah satu perangkat yang dibuat

menggunakan deteksi perubahan suara, ketika terjadinya kebocoran pada pipa, maka alat tersebut mampu mendeteksi perubahan suara yang tidak normal pada pipa, namun menurut peneliti alat tersebut memiliki kelemahan pada pipa berbahan non-logam [11].

Fokus penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pendeteksi kebocoran air pada lingkungan pusat data, alat ini menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) TK-8070 sebagai tampilannya dan menggunakan ATL700 sebagai kontrolernya dan menggunakan *water detection cable*. Sistem yang dirancang dapat mengirimkan data yang diperoleh oleh kontroler ke HMI dengan menggunakan komunikasi RS-485 dan pada akhirnya tampilan status alat tersebut dapat dilihat dari HMI. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem deteksi kebocoran berbasis *multi-wire* sensor dengan protokol RS-485 pada lingkungan pusat data yang memiliki sensitivitas tinggi dan kemampuan memantau visual langsung melalui HMI.

Berdasarkan uraian di atas maka timbul sebuah ide untuk merancang dan membangun suatu sistem untuk mendeteksi kebocoran air dengan judul “*Pengembangan Sistem Deteksi Kebocoran Air dengan Integrasi Human-Machine Interface (HMI) Berbasis Protokol RS-485 di Lingkungan Pusat Data*” dari judul tersebut bertujuan agar bisa memantau kebocoran air di lingkungan pusat data.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup hal-hal berikut :

1. Bagaimana proses pengembangan sistem deteksi kebocoran air yang akurat di lingkungan pusat data?
2. Bagaimana integrasi *Human Machine Interface* (HMI) dengan alat deteksi kebocoran air dengan protokol komunikasi RS-485 dapat membantu penggunaan dalam memantau sistem deteksi kebocoran air secara *real-time*?
3. Bagaimana pengujian sistem deteksi kebocoran air dengan integrasi *Human Machine Interface* (HMI) berbasis protokol RS-485 dengan uji coba eksperimental?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengklarifikasi cakupan penelitian, maka beberapa aspek telah diberi batasan. Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Proses pembuatan sistem pendeteksi kebocoran air dengan integrasi HMI dilakukan di Laboratorium Sistem Tertanam (*Embedded Systems*), Jakarta.
2. Pengujian dari hasil penelitian ini diimplementasikan pada pusat data skala kecil laboratorium Sistem Tertanam (*Embedded System*), dengan kapasitas 1-2 rak server. Pusat data ini menggunakan sistem pendingin *water-cooling*, di mana air bersirkulasi melalui pipa untuk mendinginkan perangkat server. Karakteristik utama pusat data ini meliputi:
 - a. Sistem Pendingin *Water-Cooling*: Pipa air dipasang di bawah *Raised-floor* untuk membawa air dingin dari *chiller* ke *coil* CRAH, sehingga kebocoran air dari pipa ini dapat menyebabkan kerusakan perangkat.
 - b. *Layout* Fisik: Pipa Air terletak di bawah rak server.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengembangkan sistem deteksi kebocoran air yang akurat di lingkungan pusat data.
2. Mengintegrasikan sistem deteksi kebocoran air dengan *Human Machine Interface* (HMI) berbasis protokol RS-485 untuk mempermudah pemantauan serta ramah pengguna
3. Melakukan pengujian sistem deteksi kebocoran air yang terintegrasi dengan *Human Machine Interface* (HMI) berbasis protokol RS-485 melalui uji coba *eksperimental* untuk memastikan keandalan dan efektivitas sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini meliputi:

1. Manfaat teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian adalah penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya yang akan meneliti mengenai pendeteksi kebocoran air di lingkungan pusat data.

2. Manfaat praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini meliputi:

- a. Bagi penulis, mendapatkan ilmu pengetahuan baru terkait deteksi kebocoran air dan cara mendeteksi kebocoran air.
- b. Bagi masyarakat, melalui penelitian ini, diharapkan dapat memanfaatkannya untuk dimanfaatkan di lingkungan seperti jalur pipa air bersih
- c. Bagi universitas, diharapkan mampu dijadikan sebagai referensi jika dilakukan penelitian atau pengembangan mengenai deteksi kebocoran air.
- d. Bagi pengusaha, penelitian ini dapat dijadikan sebagai pemanfaatan sistem deteksi kebocoran air yang berada di lingkungannya

1.6 Struktur Organisasi Penulisan

Untuk mengetahui garis besar pembahasan penelitian ini, diperlukan sebuah sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini meliputi:

1. BAB I, berisi pendahuluan yang memuat latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi penulisan
2. BAB II, berisi kajian Pustaka, pada bab ini dibahas teori-teori yang relevan seperti pengertian dan penjelasan dari sensor deteksi kebocoran air, protokol RS-485 dan *Human Machine Interface* (HMI).
3. BAB III, berisi metode penelitian yang menjelaskan tentang tahapan dari jenis penelitian, prinsip kerja sistem, deskripsi sistem serta proses pembuatan sistem pendeteksi kebocoran air.
4. BAB IV, hasil dan pembahasan yang mengulas hasil dari pengujian sistem dan membahas hasil yang didapatkan setelah proses pengujian.

5. BAB V, kesimpulan dan Rekomendasi, pada bagian bab ini diuraikan kesimpulan dari hasil pengujian alat, serta rekomendasi untuk pengembangan di masa depan.