

BAB III

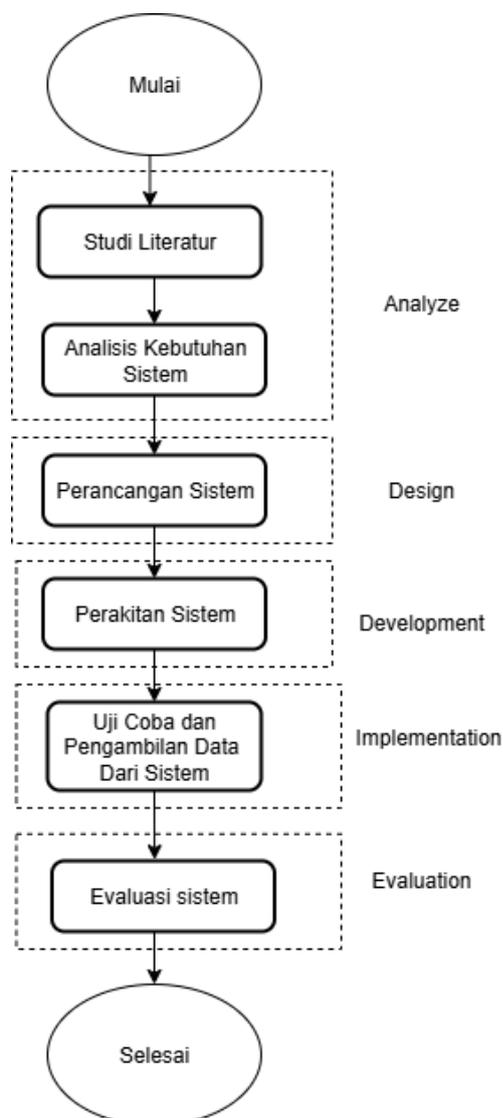
METODE PENELITIAN

Bab ini membahas jenis penelitian yang digunakan serta instrumen penelitian yang diterapkan untuk mengumpulkan data dalam proses pengembangan sistem deteksi kebocoran air. Instrumen penelitian mencakup metode observasi langsung terhadap perilaku sensor, dokumentasi teknis dari hasil integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta penyebaran kuesioner untuk memperoleh umpan balik dari pengguna terkait antarmuka *Human Machine Interface* (HMI). Setiap instrumen digunakan untuk mendukung validasi dan evaluasi sistem berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau yang dikenal dengan istilah *Research and Development* (R&D). Jenis penelitian dan pengembangan sendiri merupakan cara yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, menganalisis keefektifan produk atau melakukan pengembangan dari sebuah produk yang sudah ada sebelumnya [33]. Penelitian R&D sendiri terbagi menjadi 2 tahap yaitu Penelitian (*Research*) dan Pengembangan (*Development*). Jenis metode ini mengacu pada sebuah proses kegiatan dalam melakukan pengembangan inovasi oleh suatu perusahaan atau institusi untuk mengembangkan produk atau layanan yang sudah ada [34]. Produk ini dapat diinterpretasikan sebagai entitas fisik (*Hardware*) atau program komputer (*software*). Penelitian R&D ini menggunakan pendekatan ADDIE yang merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluate*.

Pada Gambar 3.1, terdapat diagram alir penelitian yang mencakup dari lima tahapan yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.

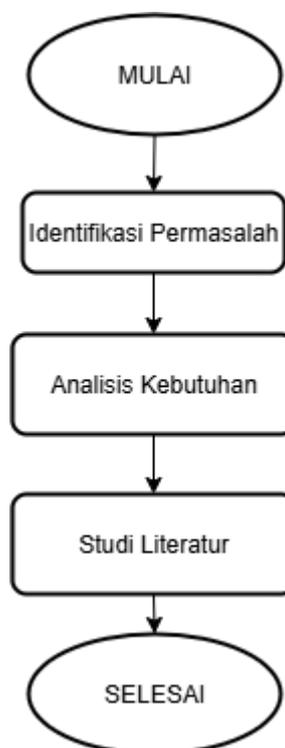


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 *Analysis*

Tahap analisis merupakan fondasi awal dalam proses pengembangan sistem deteksi kebocoran air di lingkungan pusat data. Pada tahap ini, peneliti melakukan serangkaian kegiatan untuk memahami secara menyeluruh kebutuhan sistem, permasalahan yang terjadi di lapangan, serta referensi teknis yang relevan. Proses analisis ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi lapangan, studi literatur, dan penelaahan terhadap standar industri dengan tahapan seperti pada Gambar 3.2. Hasil dari analisis ini akan menjadi dasar dalam merancang solusi

sistem yang tepat guna dan dapat diimplementasikan dengan efektif di lingkungan pusat data.



Gambar 3.2 *Flowchart Analysis*

3.1.1.1 Identifikasi Permasalahan

Kebocoran air di lingkungan pusat data dapat menyebabkan kerusakan serius pada perangkat elektronik dan jaringan yang sangat bergantung pada kestabilan lingkungan [1]. Dari hasil observasi dan studi pendahuluan, ditemukan bahwa perlunya sistem deteksi kebocoran yang terintegrasi untuk mengurangi keterlambatan dalam respons terhadap kejadian bocor. Hal ini akan mengurangi potensi kerusakan, downtime operasional, serta biaya pemeliharaan yang tinggi [8] [9].

3.1.1.2 Kebutuhan Sistem

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, sistem yang dikembangkan dirancang untuk mampu mendeteksi keberadaan air secara *real-time* di lingkungan pusat data. Untuk memudahkan pemantauan, sistem ini harus

dilengkapi dengan antarmuka visual berupa *Human Machine Interface* (HMI) yang dapat menampilkan status sensor secara langsung. Selain itu, sistem juga harus memberikan peringatan dini dalam bentuk visual apabila terjadi kebocoran, sehingga tindakan preventif dapat segera dilakukan. Mengingat kondisi lingkungan pusat data yang umumnya lembap dan padat perangkat elektronik, sistem dituntut memiliki tingkat keandalan tinggi dan tahan terhadap gangguan elektromagnetik. Guna memastikan komunikasi yang stabil antar perangkat dan mendukung implementasi dalam area dengan cakupan luas, protokol RS-485 digunakan sebagai standar komunikasi industri yang handal untuk jarak jauh.

3.1.1.3 Studi Literatur

Untuk mendukung proses pengembangan sistem, dilakukan studi literatur yang mencakup beberapa aspek penting. Pertama, teknologi sensor *multi-wire* ditinjau sebagai media utama dalam deteksi keberadaan cairan, karena kemampuannya dalam mendeteksi kelembapan secara linear di sepanjang kabel [11], [15]. Kedua, konsep *Human Machine Interface* (HMI) dipelajari sebagai sarana monitoring sistem yang sesuai dengan kebutuhan industri, terutama dalam hal visualisasi data dan interaksi pengguna [21], [22], [25]. Selanjutnya, protokol komunikasi serial Modbus RTU pada RS-485 dianalisis untuk memastikan integrasi antar perangkat yang andal dan sesuai dengan standar industri [24]. Selain itu, standar sistem pemantauan di pusat data juga menjadi fokus, seperti penggunaan *System Usability Scale* (SUS) dalam pengujian antarmuka pengguna, serta parameter teknis berupa waktu respons dan tingkat sensitivitas deteksi sebagai acuan performa sistem.

3.1.2 Design

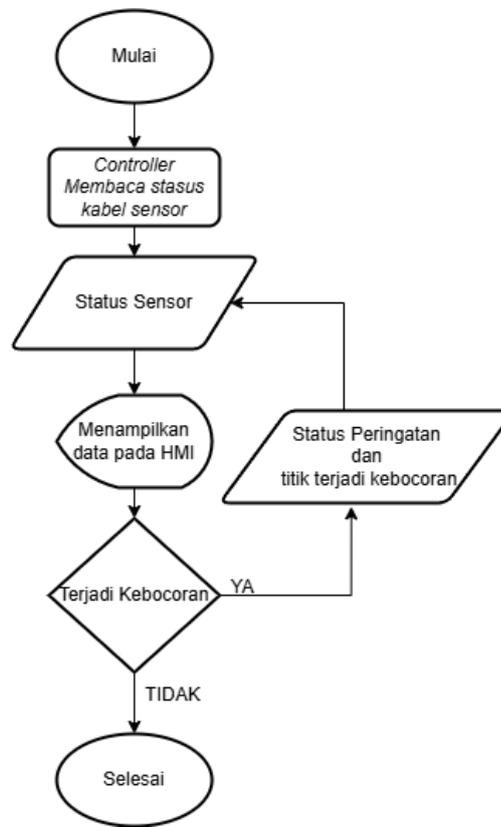
Subbab ini menguraikan tahapan perencanaan dan perancangan yang meliputi pengembangan komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Proses desain dirancang untuk menjamin agar seluruh sistem dapat beroperasi secara optimal.

3.1.2.1 Perancangan *Hardware*

Pada penelitian ini perancangan perangkat keras difokuskan pada integrasi antara kontroler dan HMI yang mampu mendeteksi kebocoran pada pipa air secara otomatis dengan akurat. Perangkat keras utama yang digunakan adalah kontroler ATL 700 yang dipilih karena kemampuan memproses dan membaca data kebocoran dari *Multi-wire sensor*, dilengkapi dengan HMI TK-8070 sebagai tampilan untuk operator, proses perancangan juga mempertimbangkan kompatibilitas antar-komponen, dan dapat beroperasi secara optimal dalam jangka panjang.

3.1.2.1.1 *Flowchart Hardware*

Pada sistem ini terdapat kontroler sebagai pengatur utama dalam sistem pendeteksi kebocoran air. Pada Gambar 3.3 kontroler terhubung pada kabel sensor dan juga HMI. Data yang diperoleh kontroler akan ditampilkan pada HMI agar operator bisa memantau secara langsung



Gambar 3.3 *Flowchart Hardware*

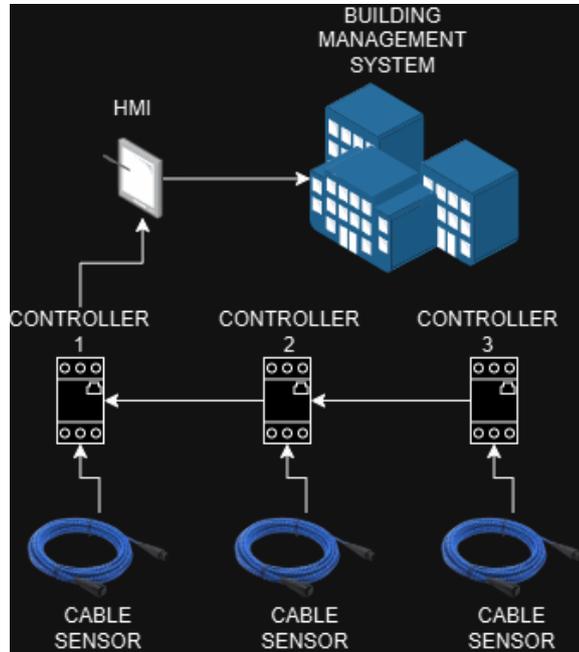
Jika terjadi kebocoran maka kontroler akan mengirim data peringatan dan titik terjadi kebocoran dalam data dalam meter. Operator bisa memantau status sensor dan map letak sensor, sehingga sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi pipa air dengan efektif dan efisien.

3.1.2.1.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat deteksi kebocoran air ini mengintegrasikan antara kontroler dan *Human Machine Interface* (HMI) melalui protokol komunikasi Modbus RTU yang berjalan di atas media fisik RS-485, sehingga memungkinkan pertukaran data secara andal dan efisien dalam sistem kendali industri.

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 proses pengiriman data dimulai dari kontroler yang membaca kondisi masing-masing kabel sensor, pembacaan ini akan mengirimkan data ke HMI dengan kondisi status “safe” jika kabel sensor dalam keadaan baik, “break” jika sensor dalam keadaan terputus, dan “leak” jika terdapat

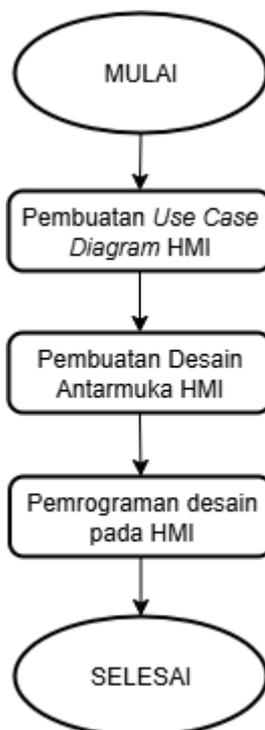
air pada kabel sensor yang menandakan adanya kebocoran, data ini akan dikirim melalui komunikasi rs485 dan bisa terbaca juga oleh *building management system*



Gambar 3.4 Prinsip Kerja Sistem

3.1.2.2 Perancangan *Software*

Perancangan *Software* dalam penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan deteksi kebocoran air yang dapat mengintegrasikan hasil dari kontroler yang berfungsi untuk membaca sensor dan mengirimkan data ke HMI untuk ditampilkan agar memudahkan dalam pemantauan status pipa.

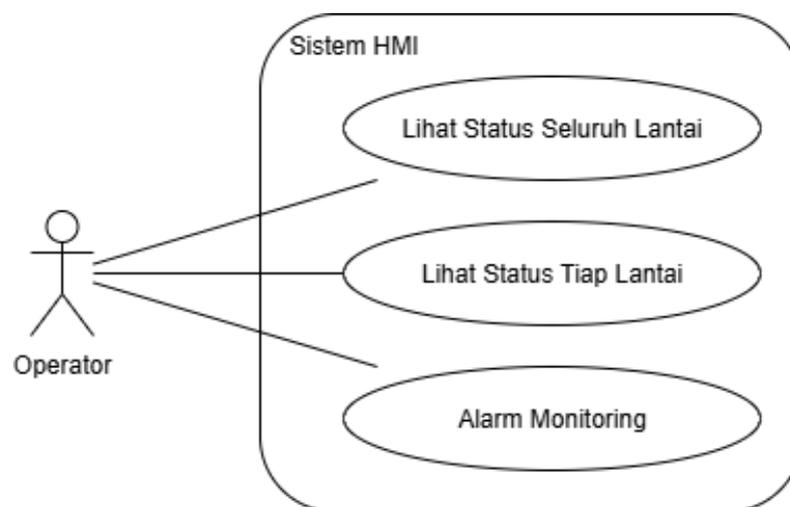


Gambar 3.5 *Flowchart* Perancangan Software

3.1.2.2.1 *Use Case Diagram Software*

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antara pengguna (aktor) dengan sistem serta fungsi-fungsi yang dapat dijalankan oleh sistem. Pada sistem deteksi kebocoran ini, *Human Machine Interface* (HMI) dirancang sebagai media pemantauan antarmuka visual bagi operator untuk mengakses informasi kondisi kabel sensor deteksi air.

Gambar 3.6 interaksi antara aktor dan sistem dijelaskan melalui diagram *use case* berikut:



Gambar 3.6 Use Case Diagram Human Machine Interface

1. Aktor

Operator bertugas untuk memantau dan menangani kondisi sistem berdasarkan data yang ditampilkan oleh HMI. Operator merupakan satu-satunya aktor dalam sistem ini yang berinteraksi langsung dengan seluruh fitur yang tersedia.

2. Aksi yang dapat dilakukan aktor

a. Lihat Status Seluruh Lantai

Fitur ini memungkinkan operator untuk melihat status kabel deteksi air secara keseluruhan dari semua lantai dalam satu tampilan utama. Tujuannya adalah untuk memberikan *overview* sistem secara cepat, sehingga operator dapat langsung mengetahui adanya indikasi kebocoran tanpa perlu membuka tampilan per lantai secara manual.

b. Lihat Status Setiap Lantai

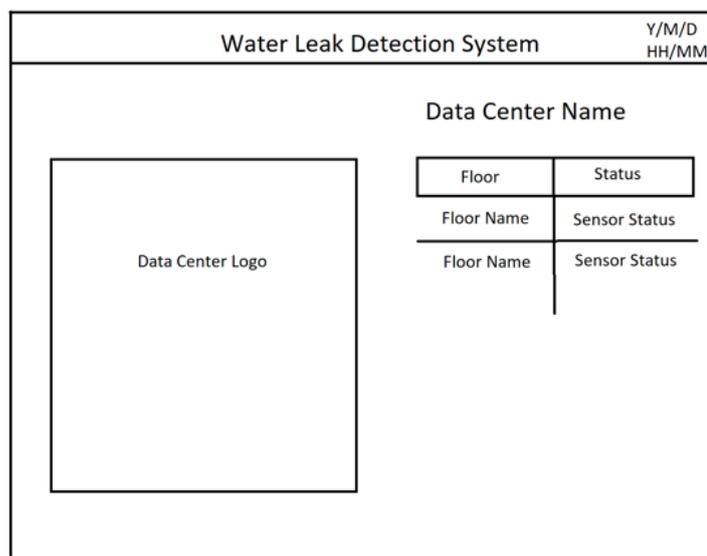
Fitur ini memberikan kemampuan kepada operator untuk memilih dan melihat status kabel deteksi air secara spesifik berdasarkan lantai tertentu. Informasi ini disajikan secara lebih rinci, termasuk indikator visual yang menunjukkan posisi kabel yang mengalami gangguan atau mendeteksi air.

c. Alarm Monitoring

Fitur ini akan menampilkan peringatan secara *real-time* jika sistem mendeteksi adanya kebocoran air atau kabel yang bermasalah. Alarm disertai dengan informasi lokasi, sehingga operator dapat segera melakukan tindakan mitigasi. Fitur ini juga membantu dalam proses penelusuran kejadian.

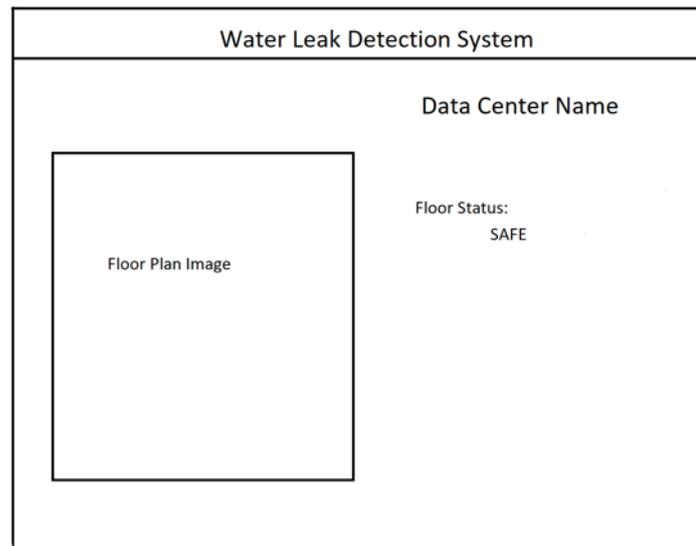
3.1.2.2.2 Desain Antarmuka

Aplikasi yang digunakan untuk membuat antarmuka pengguna pada HMI yaitu Vcool, aplikasi yang mampu memprogram HMI TK-8070. Fitur antarmuka yang akan ada pada HMI adalah tampilan list lantai dan status sensor, serta lokasi kebocoran yang akan ditampilkan dalam bentuk nilai meter.



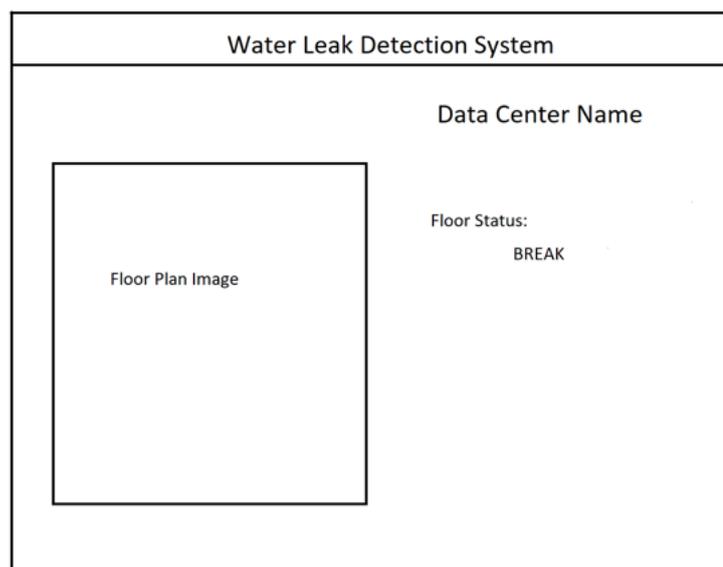
Gambar 3.7 Tampilan Awal HMI

Pada Gambar 3.7 menunjukkan tampilan awal saat HMI dihidupkan, tampilan ini memiliki fitur list lantai dan juga status sensor pada lantai tersebut, selain itu pada halaman ini ditampilkan logo dari pusat data dan juga nama pusat data, serta memiliki fitur untuk menampilkan hari dan waktu. Pada list lantai dapat ditekan untuk masuk ke tampilan status lantai tersebut.



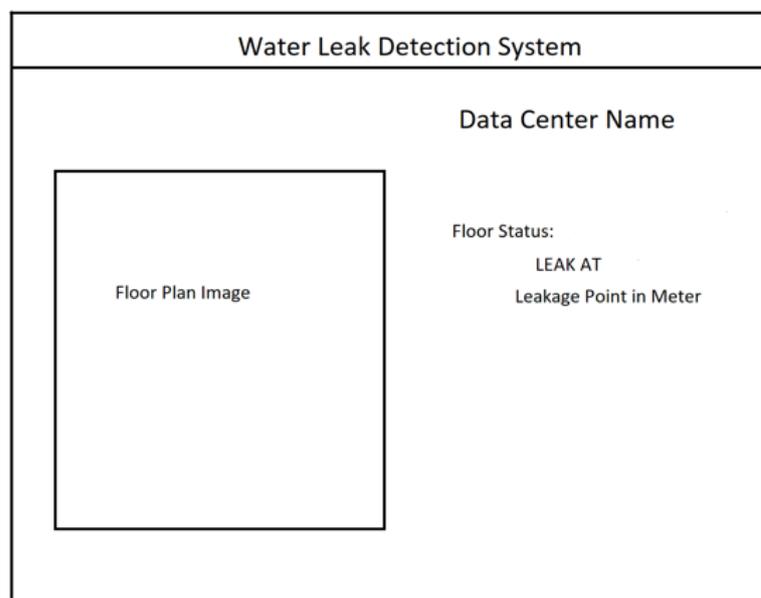
Gambar 3.8 Tampilan Status Lantai

Gambar 3.8 merupakan desain tampilan status lantai, terdapat *Floor Plan Image* untuk memasukkan denah lantai tersebut, fungsinya agar memudahkan dimana diletakan sensor kebocoran air dan letak terjadi kebocoran. Terdapat juga fitur *Floor Status* untuk menampilkan status sensor, terdapat 3 keterangan yang akan menyesuaikan status sensor, yaitu *safe* saat sensor tidak terkena air dan tidak putus, *break* saat sensor rusak atau terputus, *leak* saat sensor mendeteksi adanya air.



Gambar 3.9 Tampilan Saat Sensor Terputus

Pada Gambar 3.9 menampilkan status saat sensor terputus, rusak, atau konektor pada sensor belum terpasang. Pada saat *break*, HMI akan mengeluarkan alarm serta layar akan berkedip berwarna merah.



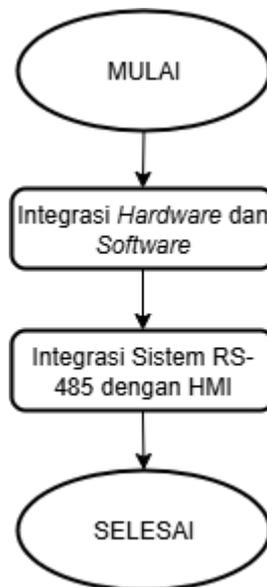
Gambar 3.10 Tampilan Saat Terjadi Kebocoran

Gambar 3.10 merupakan tampilan saat sensor mendeteksi adanya air, HMI akan menampilkan status *Leak at* dan juga lokasi terjadinya kebocoran dalam nilai meter.

3.1.3 Development

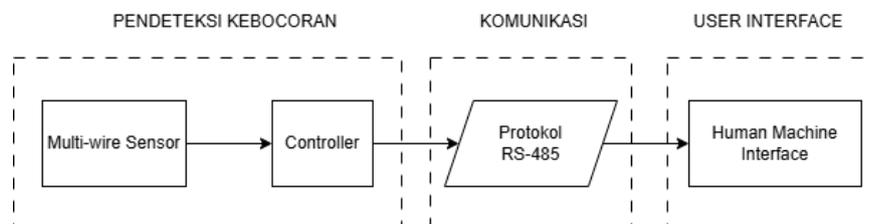
Bagian ini menjelaskan tahapan pengembangan sistem yang merupakan implementasi dari hasil desain sebelumnya, meliputi aspek perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Tahap *development* bertujuan untuk merealisasikan rancangan sistem menjadi bentuk yang berfungsi secara nyata dan saling terintegrasi. Dalam proses ini dilakukan penyusunan dan perakitan komponen fisik seperti sensor, kontroler, serta HMI, disertai dengan pengembangan program yang mengatur jalannya sistem. Seluruh elemen dirancang untuk bekerja secara sinergis guna mencapai fungsi utama sistem deteksi kebocoran air. Pada

tahap ini belum dilakukan pengujian, melainkan lebih difokuskan pada penggabungan antar komponen agar siap untuk diuji pada tahap selanjutnya.



Gambar 3.11 *Flowchart Development* Sistem Deteksi Kebocoran Air

3.1.3.1 Integrasi *Hardware* dan *Software*



Gambar 3.12 Arsitektur Sistem Pendeteksi Kebocoran Air dengan Integrasi HMI

Pada Gambar 3.12 merupakan arsitektur sistem yang menjelaskan tentang keterhubungan alat antara *software* dan *hardware* yang dihubungkan melalui protokol komunikasi RS-485

Sistem yang dirancang memanfaatkan sensor kebocoran air berbasis *Multi-Wire* yang ditempatkan di titik-titik rawan kebocoran. Sensor ini terhubung pada kontroler yang berfungsi sebagai pengolah data. Ketika sensor mendeteksi adanya air maka sinyal akan dikirimkan ke kontroler.

3.1.3.2 Integrasi Sistem dengan RS-485 dan HMI

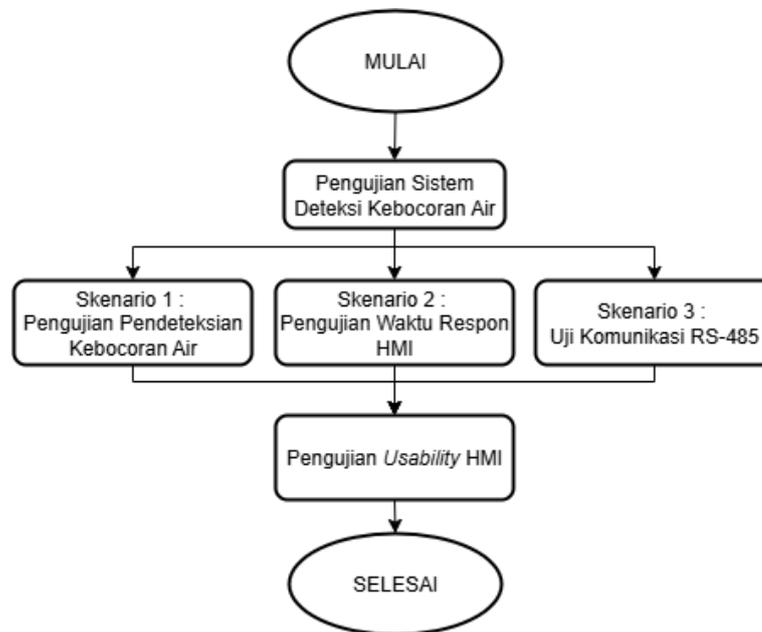
Protokol komunikasi RS-485 digunakan karena stabilitasnya dalam komunikasi jarak jauh dan cocok di lingkungan industri. Data yang diterima oleh kontroler dikirim melalui RS-485 menuju HMI. HMI menampilkan data secara *real-time*, termasuk:

1. Status deteksi air (Normal / Bocor)
2. Status sensor
3. Alarm dan notifikasi visual

Integrasi ini bertujuan untuk memudahkan operator dalam memantau sistem secara *real-time* dan mengambil tindakan cepat yang sangat krusial di lingkungan pusat data.

3.1.4 Implementation

Tahap implementasi merupakan proses penerapan sistem yang telah dirancang dan dikembangkan ke dalam lingkungan nyata atau simulasi. Sistem yang terdiri dari sensor berbasis kabel *multi-wire*, kontroler ATL700, serta antarmuka *Human Machine Interface* (HMI) TK-8070 diintegrasikan secara menyeluruh menggunakan protokol komunikasi RS-485 agar sesuai dengan standar industri untuk aplikasi monitoring.



Gambar 3.13 *Flowchart* Tahap Implementasi

Pada tahap ini dilakukan penyusunan perangkat keras di lingkungan uji, instalasi kabel sensor, konfigurasi komunikasi antar modul, serta pemrograman logika kontrol. Setelah seluruh komponen sistem terhubung, dilakukan proses pengujian yang mencakup beberapa skenario, antara lain: pendeteksian kebocoran air, simulasi kabel terputus, serta uji keterlambatan komunikasi berdasarkan panjang kabel dan pengaturan baudrate.

Selain pengujian teknis, tahap implementasi juga mencakup pengujian aspek usability untuk mengevaluasi kenyamanan pengguna dalam menggunakan antarmuka HMI. Pengujian dilakukan dengan membagikan kuesioner *System Usability Scale* (SUS) kepada sejumlah responden yang telah mencoba langsung penggunaan sistem. Hal ini bertujuan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap kemudahan, kejelasan tampilan, dan integrasi antar fitur dalam sistem yang dikembangkan.

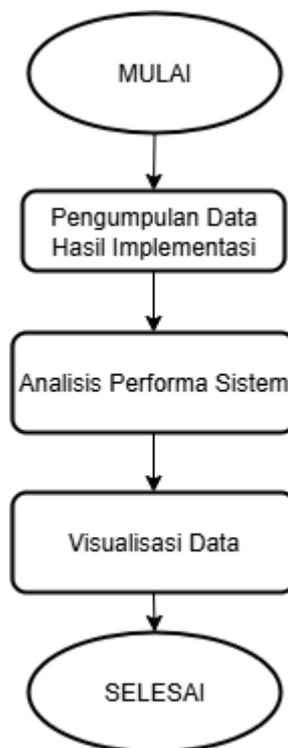
3.1.5 *Evaluation*

Tahap evaluasi dilakukan untuk mereview kembali hasil implementasi sistem secara menyeluruh dari aspek teknis maupun pengalaman pengguna. Alur evaluasi

ditampilkan pada Gambar 3.14, evaluasi ini difokuskan pada seberapa baik sistem mampu menampilkan informasi secara *real-time*, keandalan komunikasi antar perangkat, serta efektivitas notifikasi visual pada HMI.

Dalam proses ini, dilakukan pengumpulan data dari pengujian yang sebelumnya telah dilakukan pada tahap implementasi. Data tersebut kemudian dianalisis untuk memberikan gambaran mengenai performa sistem, seperti stabilitas komunikasi melalui RS-485, kecepatan respon tampilan visual, dan efektivitas konfigurasi sensor dalam merespons berbagai kondisi lapangan.

Evaluasi juga melibatkan visualisasi data dalam bentuk grafik atau tabel untuk memperjelas pola performa sistem berdasarkan skenario yang telah diuji. Dengan pendekatan ini, dilakukan pemetaan terhadap komponen sistem yang sudah optimal dan bagian yang memerlukan peningkatan lebih lanjut. Evaluasi menjadi acuan penting dalam menyimpulkan apakah sistem telah sesuai dengan tujuan awal pengembangan serta siap untuk diadopsi ke dalam lingkungan yang lebih luas.



Gambar 3.14 *Flowchart* Evaluasi Sistem Deteksi Kebocoran Air

3.2 Instrumen Pengumpulan Data

Pada instrumen pengumpulan data akan mencakup Pengujian Sensor, Pengujian Komunikasi RS-485 dan Pengujian HMI.

3.2.1 *Pengujian Sensor Multi-Wire*

Pengujian sensor dilaksanakan dengan menggunakan beberapa skenario. Skenario utama adalah menguji sensor pada dua kondisi lantai (kering dan tergenang air) dengan empat tingkat sensitivitas pembacaan sensor yang berbeda yaitu: 100%, 80%, 50%, dan 30%, pengaturan sensitivitas dilakukan dengan cara memutar potensiometer pada kontroler seperti pada Gambar 3.15. Rangkaian pengujian tersebut dilakukan pada dua unit kontroler terpisah, yang diberi label ID 1 dan ID 2 untuk membandingkan pembacaan. Sebagai tambahan, dilakukan pula pengujian untuk skenario kegagalan, yaitu saat koneksi sensor terputus.



Gambar 3.15 Pengatur Sensitivitas Pembacaan Sensor

3.2.2 Pengujian Komunikasi RS-485

Pengujian komunikasi RS-485 bertujuan untuk mengevaluasi keandalan dan responsivitas pertukaran data antara kontroler ATL700 *Water Leak Detection* dan perangkat pemantau, melalui protokol komunikasi Modbus RTU. Proses pengujian dilakukan dengan memvariasikan beberapa parameter teknis, seperti panjang kabel, pengaturan *baudrate*, serta kondisi lingkungan, baik pada permukaan lantai yang kering maupun yang tergenang air. Pembacaan data status kebocoran dilakukan pada alamat *register* 30002 dengan *Slave ID* 1 pada kontroler, menggunakan perangkat lunak Modbus Poll yang terhubung ke sistem melalui konverter *USB to RS-485*. Hasil pengujian ini digunakan untuk menganalisis performa komunikasi data serta pengaruh faktor eksternal terhadap kestabilan sistem komunikasi berbasis RS-485.

3.2.3 Pengujian HMI

Pengujian *Human Machine Interface* (HMI) bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sistem dapat merespons input dari sensor secara tepat waktu, serta menilai tingkat kenyamanan dan kemudahan penggunaan antarmuka bagi pengguna. Pada subbab ini, pengujian dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pengukuran *delay* waktu respons sistem terhadap perubahan status sensor dan evaluasi tampilan antarmuka melalui metode *usability testing*.

3.2.3.1 Pengukuran Waktu Respon

Pengujian respon HMI dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan dan ketepatan dalam menampilkan informasi hasil deteksi kebocoran air secara *real-time*. HMI berperan sebagai media interaksi antara sistem dan pengguna, sehingga keterlambatan dalam penyampaian informasi dapat berdampak pada waktu respon penanganan kebocoran di lingkungan pusat data.

Dalam pengujian ini, dilakukan simulasi sensor dalam kondisi normal, sensor terputus, simulasi kebocoran air pada beberapa titik sensor. Waktu dicatat mulai dari saat sensor mendeteksi kebocoran hingga informasi tersebut muncul pada layar HMI. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui *delay* waktu respon sistem secara keseluruhan serta memastikan tampilan visual dan alarm HMI bekerja sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Setelah diperoleh hasil waktu respons, data tersebut akan dievaluasi untuk menentukan apakah performa HMI telah memenuhi target yang tercantum pada Tabel 2.2.

3.2.3.2 Usability Testing

Instrumen penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *Usability Testing*. *Usability testing* adalah metode evaluasi yang melibatkan pengguna untuk menilai sistem secara langsung guna mengukur aspek efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna sesuai ISO 9241-11. Dalam penilaian dilakukan dengan menggunakan *Likert scale*, *likert scale* adalah alat ukur yang umum digunakan dalam kuesioner untuk mengkuantifikasi opini atau pengalaman pengguna dalam bentuk skala ordinal 5-poin, seperti digunakan dalam *System Usability Scale (SUS)* yang telah banyak diadopsi dalam studi *usability* sistem [35]. Hasil penilaian dari skala likert dicatat dan dikonversi ke nilai 0-100 dengan menggunakan rumus SUS, kemudian nilai total dianalisis untuk menentukan tingkat *usability sistem*.

Evaluasi *usability* pada sistem dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)* dengan total 10 pernyataan yang diberikan kepada enam responden. Setiap pernyataan dirancang untuk mencerminkan aspek *usability* berdasarkan ISO 9241-11, yaitu efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna.

Hasil dari evaluasi ini memberikan gambaran sejauh mana sistem mendukung interaksi yang baik antara manusia dan mesin dalam konteks monitoring industri secara *real-time*. Berikut ini deskripsi dari instrumen dan kategorisasi berdasarkan standar ISO 9241-11:

1. Efektivitas (*Effectiveness*)

Mengukur kemampuan pengguna dalam menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan dengan benar dan sesuai tujuan. Pada bagian ini terdapat 3 pernyataan, yang secara tidak langsung mengevaluasi sejauh mana sistem membantu pengguna mencapai tujuannya tanpa kesalahan.

2. Efisiensi (*Efficiency*)

Menilai tingkat kemudahan dan kecepatan sistem dalam mendukung penyelesaian tugas oleh pengguna. Kategori ini mencakup 3 pernyataan, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat pengguna dapat beradaptasi dan menggunakan fitur-fitur yang tersedia.

3. Kepuasan Pengguna (*Satisfaction*)

Merepresentasikan perasaan dan kenyamanan pengguna selama menggunakan sistem. Sebanyak 4 pernyataan mencerminkan persepsi pengguna terhadap pengalaman penggunaan secara keseluruhan.

3.2.3.2.1 *System Usability Scale*

Data dari hasil pengujian *usability* yang diperoleh melalui kuesioner *System Usability Scale* (SUS) dianalisis menggunakan pendekatan Skala Likert, yakni metode penilaian yang menggunakan skala ordinal dari 1 hingga 5 untuk merepresentasikan tingkat persetujuan responden terhadap setiap pernyataan yang diberikan. Tabel penilaian berbasis skala Likert digunakan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap sistem, terutama dalam aspek kemudahan penggunaan dan kenyamanan saat berinteraksi.

Tabel 3.1 Penilaian Berbasis Skala Likert

Nilai	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Skala ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik sistem yang diuji, di mana pengukuran persepsi pengguna menjadi aspek penting dalam menilai keberterimaan sistem secara menyeluruh. Pengujian dilakukan setelah pengguna mencoba langsung sistem yang telah dirancang dan dikembangkan. SUS terdiri dari 10 pertanyaan, yaitu 5 pertanyaan positif (nomor ganjil), dan 5 pertanyaan negatif (nomor genap). Penilaian yang terkumpul dari responden akan dihitung terlebih dahulu nilai rata-rata SUS dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai SUS} - \text{Nilai Rata} = \frac{\sum \text{Nilai SUS}}{\sum \text{Nilai SUS}} \quad (3.2)$$

Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata SUS pada perhitungan 3.2 diatas, jumlah nilai SUS dapat dihitung terlebih dahulu dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Pertanyaan dengan nomor ganjil (Positif):

$$\text{Nilai SUS} = \text{Nilai Jawaban} - 1 \quad (3.3)$$

2. Pertanyaan dengan nomor genap (Negatif):

$$\text{Nilai SUS} = 5 - \text{Nilai Jawaban} \quad (3.4)$$

3. Nilai total SUS didapat dari hasil penjumlahan nilai setiap soal yang kemudian akan dikali dengan 2,5.

Selanjutnya, nilai akhir dari SUS akan dikonversikan ke dalam kategori kelayakan sistem berdasarkan interpretasi skala SUS yang telah ditentukan,

sehingga dapat memberikan pemahaman seberapa layak dan mudah sistem digunakan oleh pengguna.

Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan

Total Nilai (%)	Kelompok Nilai	Keterangan
>80,3	A	Sangat Layak
68 – 80,3	B	Layak
68	C	Netral
51 - 67	D	Tidak Layak
<51	E	Sangat Tidak Layak