

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air adalah senyawa yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem [1]. Pencemaran air dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kerusakan ekosistem perairan, gangguan rantai makanan, dan ancaman terhadap kelangsungan hidup spesies air [2]. Untuk mengatasi dan mendeteksi pencemaran air, diperlukan sistem pemantauan kualitas air secara kontinu. Melalui sistem tersebut, kontaminasi air dapat terdeteksi dengan cepat sehingga penanganannya dapat segera dilakukan [3].

Hingga saat ini, metode pemantauan kualitas air yang umum digunakan masih tergolong tradisional karena pengambilan sampel dilakukan secara manual. Pada kedalaman tertentu, sampel air seringkali diambil menggunakan tabung *point sampler* [4]. Sampel tersebut kemudian dianalisis di laboratorium untuk diukur tingkat pencemaran yang terkandung di dalamnya. Metode ini berpotensi menghasilkan data yang tidak akurat karena proses pengambilan sampel yang panjang serta penggunaan tabung terbuka yang dapat mengakibatkan sampel air terkontaminasi. Selain itu, proses ini juga membutuhkan waktu dan tenaga yang sangat besar.

Dalam Upaya meningkatkan akurasi deteksi pencemaran air, peneliti sebelumnya mengembangkan sistem yang dapat mengukur kualitas air dengan membawa sensor ke kedalaman tertentu, dengan parameter pengukuran kualitas air berdasarkan nilai pH, suhu, *Dissolve Oxygen* (DO), dan kekeruhan [5]. Namun, pada penelitian tersebut, interval pengambilan sampel air masih tetap. Hal ini menyebabkan sistem tidak dapat merepresentasikan data sampel dengan baik ketika terjadi perubahan signifikan. Selain itu, metode pengambilan sampel dengan interval tetap, menggunakan daya secara tidak efisien. Dengan metode tersebut, pengambilan sampel akan terus dilakukan meskipun kondisi lingkungan stabil [6].

Berdasarkan permasalahan sebelumnya, dibutuhkan sistem yang dapat melakukan pengambilan sampel secara terus menerus dan beradaptasi terhadap perubahan nilai kualitas air. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikaji penggunaan metode *adaptive sampling* dalam pengambilan parameter kualitas air. Dengan metode tersebut, diharapkan frekuensi pengambilan sampel dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi di lingkungan, sehingga data kualitas air yang diperoleh mampu merepresentasikan kualitas sebenarnya dengan penggunaan daya yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah penelitian ini:

1. Bagaimana mengatasi kurangnya efisiensi proses pengambilan sampel pada sistem pemantauan kualitas air?
2. Bagaimana metode *adaptive sampling* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan daya pada sistem pemantauan kualitas air dibandingkan dengan metode pengambilan sampel dengan interval tetap?

1.3 Tujuan

Berikut merupakan tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini:

1. Merancang dan mengimplementasikan metode *adaptive sampling* pada sistem pemantauan kualitas air untuk menghasilkan sistem yang dapat menyesuaikan frekuensi pengambilan sampel berdasarkan perubahan kondisi lingkungan secara otomatis.
2. Meningkatkan efisiensi daya pada sistem pemantauan kualitas air melalui pengurangan frekuensi pengambilan sampel saat kondisi lingkungan stabil untuk mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang waktu operasional sistem.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

1. Menghasilkan rancangan sistem pemantauan kualitas air berbasis metode *adaptive sampling* yang efisien dalam penggunaan daya, terutama pada kondisi lingkungan yang stabil.
2. Menyediakan sistem pemantauan kualitas air yang mampu menyesuaikan frekuensi pengambilan sampel berdasarkan perubahan kualitas air, sehingga data yang diperoleh sesuai dengan kondisi lingkungan aktual.
3. Memberikan kontribusi dalam penyediaan data kualitas air yang lebih representatif melalui metode *adaptive sampling*, yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah dan lembaga terkait untuk pengambilan keputusan terkait pengelolaan sumber daya air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai acuan penelitian antara lain:

1. Pengambilan sampel yang dilakukan hanya berdasarkan 4 parameter kualitas air yaitu pH, suhu, *Dissolved Oxygen* (DO), dan kekeruhan.
2. Sistem pemantauan kualitas air diimplementasikan dalam lingkungan perairan yang memiliki karakteristik arus lambat.
3. Pengujian dilakukan di kolam uji dengan mensimulasikan perubahan kondisi kualitas air agar dapat merepresentasikan lingkungan perairan yang sebenarnya.
4. Frekuensi pengambilan data otomatis disesuaikan hanya untuk perubahan kualitas air yang signifikan, sesuai dengan ambang batas berdasarkan karakteristik setiap sensor.
5. Konsumsi daya yang diukur dalam penelitian ini hanya mempertimbangkan konsumsi energi dari sensor dan mikrokontroler pengendali sensor, tidak mencakup daya yang digunakan untuk menggerakkan alat.
6. Konsumsi daya yang dibandingkan merupakan konsumsi daya saat metode *adaptive sampling* berjalan dan konsumsi daya saat sistem berjalan dengan frekuensi sampling maksimal.

1.6 Metode Penelitian

Terdapat beberapa tahap penelitian yang dilakukan penulis untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu:

1. Studi literatur

Metode studi literatur pada penelitian ini digunakan untuk memahami konsep dan metode adaptive sampling dalam sistem pemantauan kualitas air. Kajian ini mencakup metode pengukuran Dissolved Oxygen (DO), suhu, pH, dan turbiditas, serta metode adaptive sampling dalam pemantauan kualitas air.

2. Desain sistem

Dalam tahap perancangan desain sistem pemantauan kualitas air, terdapat pemilihan spesifikasi untuk menunjang tujuan dari penelitian ini. Pada tahap ini juga penggunaan mikrokontroler, komponen perangkat lunak, serta skema jaringan komunikasi sistem akan ditentukan untuk memastikan data pengukuran kualitas air dapat akurat dengan penggunaan daya yang optimal.

3. Implementasi metode adaptive sampling

Pada tahap implementasi metode adaptive sampling, algoritma untuk menyesuaikan frekuensi pengambilan data berdasarkan perubahan parameter kualitas air yang terdeteksi akan dikembangkan sesuai dengan kondisi terbaik untuk pengambilan data kualitas air di danau. Algoritma tersebut akan diimplementasikan pada mikrokontroler STM32 yang terhubung dengan sensor, sehingga sistem dapat meningkatkan atau menurunkan frekuensi pengambilan data sesuai dengan dinamika perubahan parameter kualitas air.

4. Pengujian dan pengambilan data empiris

Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan menguji sistem yang telah dirancang baik di kolam penelitian maupun di danau secara langsung. Data kualitas air dikumpulkan secara periodik dengan skenario perubahan kualitas air sesuai pada batasan masalah untuk memastikan sistem mampu menyesuaikan frekuensi pengambilan data saat terjadi perubahan parameter kualitas air.

5. Analisa Data

Hasil data pengujian akan dianalisis untuk menilai keefektifan metode adaptive sampling dibandingkan dengan metode pengambilan data dengan frekuensi tetap. Selain itu, penggunaan energi sistem dengan metode adaptive

sampling juga akan dianalisa untuk mengevaluasi peningkatan efisiensi yang diperoleh jika dibandingkan dengan metode pengambilan data dengan frekuensi tetap.

1.7 Proyeksi Pengguna

Hasil penelitian ini diperkirakan akan memberikan manfaat bagi berbagai kelompok pengguna, antara lain:

1. Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas air dan dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan. Dengan adanya sistem pemantauan kualitas air yang akurat, masyarakat dapat memperoleh informasi dini mengenai potensi pencemaran air di lingkungan sekitar, sehingga masyarakat dapat mengambil tindakan preventif sebelum pencemaran terjadi.

2. Universitas dan Lembaga Penelitian

Hasil penelitian dapat menjadi referensi dan dasar pengembangan di bidang pemantauan kualitas lingkungan dan teknologi *adaptive sampling* pada pemantauan kualitas air. Dengan hasil penelitian ini, lembaga penelitian dapat mengembangkan metode pemantauan yang lebih efisien baik untuk kualitas air, maupun pemantauan kualitas lingkungan lainnya.

3. Institusi Lingkungan Hidup

Sistem yang dihasilkan dapat membantu institusi lingkungan hidup dalam melakukan pemantauan kualitas air secara berkala. Dengan adanya penelitian ini, Institusi lingkungan hidup dapat melakukan pemantauan dengan efisiensi yang lebih baik, serta mendukung Langkah penanggulangan pencemaran air secara cepat dan tepat.

4. Industri

Industri yang berpotensi mencemari lingkungan berdasarkan limbah cair, dapat menggunakan sistem ini untuk memantau kualitas air pada titik pembuangan limbah yang dimiliki. Dengan sistem pemantauan yang adaptif, industri dapat lebih cepat mendeteksi peningkatan kadar pencemar dan melakukan tindakan korektif

secara cepat. Sehingga dapat memenuhi standar pembuangan limbah yang telah ditetapkan pemerintah serta mengurangi risiko pencemaran.

Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan.

1.8 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan akan menjadi acuan dalam mengevaluasi tahap-tahap penelitian yang dilakukan. Jadwal pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan.

No	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	Milestone
1	Desain sistem	3 minggu	29 November 2024	Diagram Blok dan spesifikasi
2	Pemilihan komponen	2 minggu	20 Desember 2024	List komponen
3	Implementasi dan analisis metode penelitian	4 bulan	23 Juni 2025	Pengumpulan data dan analisa
4	Penyusunan laporan / buku TA	1 bulan	15 Juli 2025	Buku TA selesai