

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

Sistem pengukuran kualitas air yang digunakan saat ini oleh peneliti lingkungan memiliki masalah pada pengukuran kualitas sampel air yang didapat. Masalah ini terjadi karena peneliti yang ingin melakukan pengukuran kualitas air pada kedalaman tertentu perlu mengambil sampel air tersebut menggunakan suatu wadah. Sehingga, ketika sampel air dibawa ke permukaan air menggunakan wadah, peluang sampel air tersebut terkontaminasi sangat besar yang menyebabkan ketidakakuratan pengukuran kualitas air.

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber kebutuhan hidup yang paling dibutuhkan oleh semua makhluk hidup di bumi terutama manusia. Ketersediaan sumber air di bumi sangatlah melimpah yaitu sebesar 75%, meskipun demikian air tawar yang tersedia untuk dapat dikonsumsi manusia kurang dari 3% karena sebagian terdampak pengaruh pencemaran lingkungan [1]. Pencemaran pada sumber air seperti danau, sungai, dan waduk memiliki dampak besar pada kualitas hidup manusia karena akan mengontaminasi air minum dan akan berbahaya apabila dikonsumsi oleh manusia. Sumber air yang tercemar sebagian besar diakibatkan dari aktivitas manusia yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri dan, limbah pertanian. Berdasarkan pantauan dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (LHRI) tahun 2014, sebanyak 75% sungai di Indonesia tercemar karena pembuangan air limbah rumah tangga [2]. Pencemaran air tidak hanya mengancam kualitas air sungai tapi juga memberikan ancaman terhadap kualitas air danau atau waduk karena pergerakan air sungai akan lambat laun bermuara di dalam danau atau waduk. Beberapa ancaman yang dapat mendangkalkan dan mencemari kualitas air danau adalah adanya eutrofikasi, limbah peternakan, limbah pertanian, limbah industri/pertambangan, transportasi air, dan efek dari tempat wisata.

Untuk memantau kualitas air pada sumber air dapat diukur dengan menggunakan parameter-parameter yang mendukung yaitu tingkat keasaman yang dipengaruhi oleh kondisi gas dalam air seperti CO₂, suhu yang dipengaruhi oleh intensitas matahari, kekeruhan (turbiditas) air yang dipengaruhi oleh zat padat yang terlarut dalam air seperti lumpur, dan *dissolved oxygen* yang dipengaruhi oleh tekanan air dan limbah yang masuk ke sumber air. Pemantauan kualitas air perlu dilakukan secara berkelanjutan agar kualitas air tetap terjaga sehingga akibat dari pencemaran dapat diminimalisasi.

Dalam mencegah dan mengurangi pencemaran air yang terjadi di negara Indonesia, pemerintah memiliki peran yang sangat penting, yaitu membuat peraturan dan melaksanakannya. Adapun, peraturan yang mengatur tentang lingkungan hidup, yaitu Undang-Undang (UU) Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Peraturan Pemerintah (PP) No. 27 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Penilaian Dampak Lingkungan, Peraturan Presiden, Peraturan Daerah, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) [3]. Upaya-upaya yang dilakukan pemerintah dalam melaksanakan peraturan tersebut, seperti melakukan penilaian dampak lingkungan, pengelolaan limbah dan sampah, serta pemantauan kualitas lingkungan. Sebagai contoh, pada tingkat daerah, pemerintah telah merilis program Citarum Harum. Program ini bertujuan untuk percepatan pengendalian pencemaran dan kerusakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum yang mengacu pada Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 15/Tahun 2018 [4].

Setelah melakukan wawancara dengan dosen dari Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional (ITENAS), metode penelitian yang masih umum digunakan saat ini untuk memantau kualitas air masih tergolong tradisional dikarenakan harus mengambil sampel dari sumber air menggunakan water sampler seperti pada Gambar . Hasil sampel tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk diukur tingkat pencemaran yang terkandung dalam sampel tersebut. Proses penelitian tersebut melibatkan proses yang panjang dengan hasil yang tidak akurat karena memiliki banyak keterbatasan seperti memiliki kendala dalam pengambilan sampel air dari kedalaman tertentu menggunakan wadah terbuka yang mengakibatkan sampel air terkontaminasi.



Gambar 1. 1 Water Sampler (Kemmerer)

Terdapat beberapa penelitian terkait sistem pemantauan kualitas air. Sistem ini menggunakan 5 sensor untuk mengukur masing-masing parameter, diantaranya pH, temperatur, *Dissolve Oxygen* (DO), *Electrical Conductivity* (EC), dan turbiditas [5], [6]. Sedangkan,

konektivitas yang digunakan untuk pengiriman data bacaan sensor pada beberapa penelitian tersebut, antara lain LoRaWAN, Bluetooth, WiFi, dan NB-IOT. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut hanya dapat mengukur kualitas air di permukaan air. Oleh karena itu, sebuah sistem yang dapat membawa sensor ke kedalaman tertentu dibutuhkan untuk pengukuran kualitas air yang lebih akurat pada suatu genangan air. Selain itu sistem juga dapat mempunyai kemampuan untuk ditempatkan di suatu titik perairan dalam waktu yang lama, sehingga sistem dapat memetakan profil kualitas air dalam jangka waktu yang lama, kemudian profil tersebut dapat memudahkan pengguna untuk melihat karakteristik kualitas air dalam jangka waktu yang lama.

Capstone Design (CD) ini akan berfokus pada pengukuran kualitas air berdasarkan pH, temperatur, DO, dan turbiditas yang dapat dipantau secara langsung dan dapat mengukur pada kedalaman tertentu sesuai dengan yang dibutuhkan.

1.2 Informasi Pendukung

1.2.1 Kualitas Air

Dalam mendukung pentingnya permasalahan yang kami angkat dan untuk memahami lebih baik konteks permasalahan yang kami alami, berikut adalah informasi pendukung yang berisikan data dan fakta mengenai topik yang kami ambil.



Gambar 1. 2 Jumlah desa/kelurahan di Indonesia yang sumber airnya tercemar [7]

Dapat dilihat dari gambar 1.1 tersebut yang sumbernya kami ambil dari Badan Pusat Statistik tentang Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Jenis Pencemaran Lingkungan Hidup (Desa), 2014-2021, dijelaskan bahwa pencemaran air di desa/kelurahan mengalami kenaikan dari tahun 2014 ke 2018, dan menurun dari 2018 ke 2021, dengan total desa/kelurahan terbanyak yang

tercemar air ada pada tahun 2018 dengan jumlah 16.847 desa/kelurahan, dengan diikuti 10.683 desa/kelurahan pada tahun 2021. Walaupun ada penurunan desa/kelurahan yang tercemar air dari tahun 2018 ke tahun 2021, pada tahun 2021 juga desa/kelurahan masih banyak dibanding dengan tahun 2014 [7]. Hal tersebut mengindikasikan bahwa masih banyak desa/kelurahan yang tercemar air dan memerlukan langkah untuk setidaknya mempertahankan banyaknya desa/kelurahan yang sekarang sumber airnya tercemar air dan tidak ada penambahan lagi. Sebagai gambaran, jumlah desa/kelurahan yang ada di Indonesia per 2021 berjumlah 83.931 [8]. Artinya pada tahun 2021, sebanyak 12,72% dari total desa/kelurahan di Indonesia sumber airnya tercemar, walaupun 12,72% terlihat sebagai angka yang cukup kecil, namun masih perlu dilakukan pemantauan dan pencegahan agar tidak ada lagi penambahan desa/kelurahan yang sumber airnya tercemar.

Selain itu dalam menentukan parameter-parameter kualitas air yang baik atau buruk, kami merujuk pada Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Danau dan Sejenisnya. Tabel berikut akan menampilkan parameter air yang baik sesuai dengan regulasi yang ada.

Tabel 1. 1 Parameter kualitas air [9]

No.	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	25	50	100	400	-
3	Derajat keasaman (pH)	-	6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
4	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal

Tabel 1.1 menjelaskan beberapa parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan apakah suatu titik di area air yang luas memiliki kualitas air yang baik atau tidak. Untuk menentukan apakah kualitas airnya baik atau tidak, digunakan 4 parameter untuk menentukan kualitas air, 4 parameter tersebut seperti pengukuran temperatur air, padatan tersuspensi total, derajat keasaman, dan oksigen terlarut. Tiap-tiap parameter memiliki jangkauan nilai amannya yang direpresentasikan oleh kategori kelas. Dalam tabel tersebut, memiliki 4 kelas, di mana untuk kelas 1 merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan prasarana/sarana. rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan untuk mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut [10].

Lalu untuk temperatur sendiri dari tiap-tiap kelasnya memiliki nilai dev 3, maksud dari dev 3 tersebut ialah nilai deviasi 3. Artinya air yang bisa dianggap kualitasnya baik ialah temperatur yang memiliki jarak 3 nilai dari suhu normal air di dalam area tersebut. Sebagai contoh, jika suhu air normal di area tertentu adalah 25°, maka suhu air yang dapat digunakan sebagai parameter kualitas air yang baik ialah 22°-28°.

1.2.2 Tekanan Hidrostatik

Sistem ini menggunakan tekanan hidrostatik untuk menentukan posisi kedalaman perangkat terendam. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dihasilkan oleh berat fluida pada titik tertentu akibat gravitasi dalam suatu kolom fluida. Menurut Hukum Pascal, tekanan fluida pada kedalaman tertentu menyebar merata ke segala arah [11]. Oleh karena itu, tekanan hidrostatik tetap konstan pada kedalaman yang sama dari permukaan air, memberikan pengukuran posisi kedalaman yang akurat.

$$P_h = \rho g h \quad (1)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad (3)$$

Berdasarkan Persamaan (1), tekanan hidrostatik (P_h) berbanding lurus dengan densitas fluida (ρ), percepatan gravitasi (g), dan kedalaman titik tinjau dalam fluida (h). Densitas fluida dapat ditentukan dengan membandingkan massa dengan volume fluida seperti pada Persamaan (2). Densitas air yang umum digunakan dalam perhitungan adalah 1 g/cm³ atau 1000 Kg/m³. Selanjutnya, percepatan gravitasi di Bumi dapat dihitung menggunakan Persamaan (3) yang bergantung pada konstanta gravitasi (G), massa Bumi (M), dan jarak antara titik tinjau dan pusat massa (R). Oleh karena itu, posisi kedalaman dapat ditentukan menggunakan sensor tekanan air, selama tidak terdapat perubahan massa jenis air yang signifikan.

1.3 Constraint

Berikut adalah hal-hal yang membatasi permasalahan pada topik CD ini:

1.3.1 Aspek Manufakturabilitas

Sistem ini dirancang agar komponen-komponennya mudah untuk didapatkan dan mudah untuk dilakukan perakitan.

1.3.2 Aspek Lingkungan

Sistem ini digunakan pada perairan air tawar dengan kuat arus yang relatif kecil, seperti danau dan waduk. Hal ini karena perbedaan kuat arus dapat memengaruhi desain alat.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan

Sistem ini kami rancang agar nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memungkinkan sistem ini untuk bergerak ke lokasi yang ditentukan pengguna dan memungkinkan sistem untuk berkomunikasi secara *multi-point*.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Produk dapat mengukur 4 parameter kualitas air, yaitu pH, suhu, turbiditas, dan oksigen terlarut.
2. Pengukuran dapat dilakukan dengan kedalaman yang dapat diatur oleh pengguna sesuai kebutuhan.
3. Data kualitas air dan lokasi disimpan di basis data dan dapat diakses melalui perangkat lunak.
4. Sistem tahan terhadap air dan mudah untuk dibawa dengan menggunakan perahu.

1.5 Tujuan

Penelitian *Capstone Design* ini bertujuan untuk melakukan pengukuran parameter kualitas air danau secara praktis dan dapat dilakukan di tempat dan pada saat itu juga. Pengambilan data kualitas air juga dapat dilakukan di beberapa titik di satu area luas, dan dari beberapa data di beberapa titik tersebut, pengguna dapat dengan mudah melihat data yang telah diambil. Dalam rangka merealisasikan konsep tersebut, nantinya akan dirancang dan dibuat sebuah alat pemantauan kualitas air yang dapat mengambil data dari beberapa parameter yang telah disebutkan dengan praktis dan dapat digunakan di area yang luas untuk mengambil data dari

beberapa titik di area luas tersebut dan juga pengguna dapat dengan mudah melihat hasil dari pengambilan data. Dari data-data tersebut sangat diharapkan dapat menjadi suatu pedoman dalam menentukan kualitas air di area tersebut dan tindakan yang semestinya yang dapat dilakukan sesuai data yang telah diambil, sehingga tindakan pencegahan terhadap potensi-potensi buruk yang dapat terjadi dapat dilakukan lebih awal.