

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dan organisme lainnya. Masyarakat membutuhkan air untuk minum, mandi, pertanian, sanitasi dan transportasi. Air juga sangat penting sebagai habitat makhluk air seperti ikan, alga, udang dan lain-lain. Salah satu sumber air yang menunjang kehidupan manusia berasal dari sungai. Air sungai yang layak untuk pemanfaatan sosial adalah air sungai yang memenuhi baku mutu lingkungan dan kesehatan. Saat ini, banyak sungai di Indonesia yang tercemar dengan bahan-bahan pencemar berbahaya, termasuk logam berat kadmium [1], [2]. Logam tersebut menimbulkan risiko kesehatan manusia dan lingkungan.

Menurut standar baku mutu kesehatan lingkungan, parameter kimia media air untuk keperluan higiene sanitasi, kandungan maksimum Kadmium (Cd) yaitu 0.005 mg/l [3]. Sedangkan sebaran logam berat kadmium disalah satu Sungai Blambangan Umpu sebesar Cd 0,020 mg/l. Berdasarkan data tersebut, terdapat sungai seperti Sungai Blambangan Umpu tidak layak guna karena tidak memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan. Tingginya kadar logam Cd dan Pb disebabkan oleh aktivitas penambangan liar di sekitar Sungai Way Umpu [4].

Logam berat adalah unsur logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh makhluk hidup, tetapi beberapa diantaranya dapat menjadi racun bagi tubuh jika melebihi kadar tertentu [5]. Dampak dari kelebihan logam berat pada tubuh manusia akan menyebabkan terhambatnya kerja enzim, mengganggu metabolisme tubuh serta menyebabkan kanker dan mutasi [6]. Kadmium merupakan salah satu logam berat yang biasa ditemukan di air yang tercemar terutama sungai di daerah yang berdekatan dengan pabrik atau pertambangan. Paparan logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia, dan dampak dari air yang terkontaminasi logam berat bergantung pada tingkat dan durasi paparannya. Air yang terkontaminasi logam berat seperti, kerusakan pada ginjal, gangguan pada saraf, kanker, muntah, diare, dan risiko kesehatan lain [7], [8].

Oleh karena itu, dengan diketahuinya tingkat kerusakan yang akan ditimbulkan oleh logam berat maka menjadi keharusan untuk mendeteksi keberadaan logam berat, salah satunya adalah kadmium. Berdasarkan analisis tersebut, dibutuhkan alat yang mampu untuk mendeteksi logam berat dengan harga yang lebih rendah. Alat yang dapat digunakan untuk

mendeteksi logam berat yaitu kadmium, salah satunya berbasis *Screen Printed Carbon Electrode* (SPCE) dimana pengukuran yang dilakukan menggunakan 3 elektroda yaitu *Working Electrode* (WE), *Reference Electrode* (RE), dan *Counter Electrode* (CE). SPCE memiliki biaya yang lebih rendah, sensitivitas yang tinggi, desain yang lebih simple dan ukuran kecil sehingga membuat perangkat *compact* [9]. Selain itu, SPCE dapat dimodifikasi pada bagian *working electrode* dengan menggunakan beberapa material seperti, *Zinc Oxide* (ZnO), *Polyvinyl Alcohol* (PVA) yang di doping oleh *Cellulose Nanocrystal* (CNC).

Penggunaan ZnO dalam pendeteksian dikarenakan ZnO memiliki kelebihan seperti ramah lingkungan, produksi yang hemat biaya, energi *band-gap* yang lebar (3.37 eV) dan stabilitas kimia yang baik [10]. Selanjutnya, pemilihan dari PVA itu karena merupakan polimer sintesis yang terkenal, tidak bersifat karsinogenik, dan memiliki sifat biokompatibel yang baik. PVA adalah polimer sintesis yang benar-benar larut dalam air dengan sifat tidak beracun. Penambahan doping CNC memungkinkan pembentukan nanokomposit dengan karakteristik yang lebih unggul, dimana CNC merupakan bahan yang *biodegradable* atau dapat terurai secara alami. Selain itu, CNC mengandung gugus hidroksil, yang mana gugus hidroksil pada CNC dapat berinteraksi dengan ion logam berat dan membentuk ikatan kimia yang meningkatkan kapasitas adsorpsi untuk ion logam berat. Penambahan CNC juga dapat meningkatkan stabilitas termal dan kekuatan mekanik dari nanokomposit CNC telah menarik banyak perhatian karena sifat mekaniknya yang luar biasa, keterjangkauan, biokompatibilitas, terbarukan, kenyamanan perubahan kimia dan mekanik, dan rasio aspek yang tinggi [11], [12], [13].

1.1.2 Analisa Masalah

Berdasarkan topik *capstone design* yang diangkat, yaitu “Perancangan Perangkat Pendeteksi Kadmium pada Sampel Cair Berbasis Nanokomposit ZnO/PVA dengan Doping CNC”, perlu menganalisis permasalahan serta solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada. Permasalahan tersebut dapat dikaji dari berbagai aspek, yaitu aspek ekonomi, aspek manufakturabilitas, dan aspek keberlanjutan.

1.1.2.1 Aspek Ekonomi

Kondisi air yang tercemar oleh logam berat dapat memengaruhi perekonomian masyarakat yang tinggal disekitarnya terutama bagi yang bekerja sebagai nelayan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan ikan yang sudah terpapar oleh logam berat akan berpengaruh pada laju pertumbuhan ikan yang akan mengakibatkan berkurangnya populasi ikan di sungai [14]. Selain itu, alat pendeteksi logam berat dengan harga yang lebih rendah masih jarang ditemukan.

Untuk alat bernama AND1000 terbilang tinggi dengan harga USD \$2.361 atau Rp37.641.423 [15]. Berdasarkan hal tersebut akan sulit untuk dilakukan penyediaan sehingga dibutuhkan suatu alat yang menggunakan komponen-komponen dengan harga lebih rendah dan mudah mendapatkannya di pasaran.

1.1.2.2 Aspek Manufakturabilitas

Dalam aspek manufakturabilitas dapat dilihat kemudahan penggunaannya, bentuk alat yang *compact* dan dapat menampilkan hasil yang memudahkan penggunaannya. Selain itu, nanokomposit memiliki kelebihan seperti mudah untuk pembuatan dengan tenaga SDM seperti mahasiswa. CNC yang berperan sebagai material tambahan dalam perancangan kit sensor berbasis nanokomposit ZnO/PVA ini memiliki keunggulan dalam proses pendeteksian logam berat. Perangkat pendeteksi ini merupakan pendeteksi *low-cost* sensor, produksinya pun dapat dilakukan secara massal dengan biaya produksi yang tidak besar, yang mencakup kemudahan dalam mendesain produk, mempersiapkan peralatan dan bahan baku, serta menyediakan keahlian tenaga kerja.

1.1.2.3 Aspek Keberlanjutan

Jika disambungkan dengan aspek keberlanjutan, metode yang digunakan pada capstone design ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut terhadap masalah yang diangkat. Perlunya pengukuran kualitas air berkaitan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada tujuan ke-6 dan 14 yaitu mengenai Air Bersih dan Sanitasi yang Layak, dan Ekosistem Laut karena kualitas air menjadi masalah yang perlu diperhatikan mengingat air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dan organisme, Perancangan perangkat merupakan suatu inovasi yang bisa digunakan untuk menunjang keberlangsungan hidup manusia, dan perangkat ini dapat membantu pemantauan terhadap kualitas air dan membantu menjaga biota perairan, sehingga biota air yang terkontaminasi dapat diminimalisir. Maka dari itu, pengembangan lebih lanjut terkait perangkat berbasis *Screen Printed Carbon Electron* (SPCE) berbasis nanokomposit ZNO/PVA dengan doping CNC.

1.1.3 Tujuan Capstone

Berdasarkan latar belakang dan analisa masalah di atas, kami memiliki tujuan yaitu membuat perangkat pendeteksian logam berat Kadmium (Cd) berbasis nanokomposit ZnO/PVA dengan material doping CNC dengan ukuran compact dan mudah digunakan.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Bagian ini menjelaskan tentang usulan solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dijelaskan sebelumnya. Berikut adalah beberapa solusi yang sudah ada berdasarkan metode pendeteksian logam berat.

1.2.1 Spektroskopi

Spektroskopi merupakan salah satu metode untuk mendeteksi logam berat. Spektroskopi mendeteksi perubahan berdasarkan sifat optik, yaitu absorbansi, reflektansi, dan fluoresensi [16], [17]. Salah satu contoh prinsip kerja dari spektroskopi adalah fluoresensi, yaitu pengukuran emisi cahaya yang dihasilkan oleh sampel setelah menyerap cahaya atau radiasi [17]. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui jenis dan konsentrasi logam berat tersebut. Spektroskopi dapat mendeteksi berbagai jenis logam dan memiliki sensitifitas yang baik, tetapi spektroskopi mempunyai harga yang lebih mahal dan memerlukan pelatihan untuk penggunaannya karena memiliki perlengkapan yang kompleks [17].

1.2.2 Elektrokimia

Elektrokimia adalah metode pendeteksian berdasarkan perubahan parameter listrik seperti tegangan, arus, kapasitansi, impedansi, dan konduktansi [18]. Salah satu metode di dalam elektrokimia yang biasa digunakan dalam mendeteksi logam berat adalah voltametri, yaitu pengukuran perubahan arus yang dihasilkan saat diberikan tegangan yang berbeda-beda untuk menghasilkan kurva arus-tegangan [17]. Dengan menganalisis kurva tersebut, dapat diketahui jenis dan tingkat konsentrasi dari logam berat tersebut. Elektrokimia memiliki kelebihan, yaitu memiliki harga yang lebih rendah dan waktu analisis yang cepat [18]. Untuk dapat memiliki sensitivitas dan selektivitas yang baik, metode elektrokimia dapat menggunakan cara dengan memodifikasi elektroda agar mempunyai hasil tersebut [17], hal tersebut merupakan salah satu kekurangan yang dimiliki oleh metode elektrokimia. Berdasarkan uraian tersebut, solusi sistem yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan yang diuraikan adalah dengan menggunakan metode elektrokimia untuk mendeteksi logam berat kadmium (Cd) dan melakukan modifikasi pada elektrodanya.