

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat lain. Struktur dasar dari serat optik terdiri dari tiga bagian yaitu *core* (inti), *cladding* (kulit) dan *coating* (pelindung). Kecepatan transmisi serat optik yang sangat tinggi baik digunakan sebagai saluran komunikasi. Pada umumnya serat optik digunakan dalam sistem telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor dan optik pencitraan (Prasetya, 2009). Berdasarkan moda yang dipandu dalam *core*, serat optik dibedakan menjadi dua jenis yaitu serat optik moda tunggal (*singlemode fiber optic*) dan serat optik moda jamak (*multimode fiber optic*). Serat optik moda tunggal adalah serat optik yang hanya memandu satu pandu gelombang. Sedangkan serat optik moda jamak adalah serat optik yang memandu lebih dari satu pandu gelombang. Dalam perkembangannya, serat optik dapat diaplikasikan sebagai sensor diantaranya adalah sensor pergeseran, sensor tekanan gas, sensor ketinggian permukaan zat cair, sensor temperatur berbasis sensor pergeseran dan parameter lainnya. Keunggulan serat optik sebagai suatu sensor antara lain adalah tidak kontak langsung dengan obyek pengukuran, tidak menggunakan listrik sebagai isyarat, akurasi pengukuran yang tinggi, relatif kebal terhadap induksi listrik maupun magnet, dapat dimonitor dari jarak jauh, dapat dihubungkan dengan sistem komunikasi data melalui perangkat antar muka (*interface*) serta dimensi yang kecil dan ringan (Samian, 2008). Dalam pemanfaatan serat optik sebagai sensor, piranti sensor berbahan serat optik dapat berupa *Fiber Coupler*, *Fiber Bundle*, *Fiber Bragg Grating*, *Fiber Taper*, *Fiber Coreless* dan *sambungan serat optik Singlemode-Multimode-Singlemode (SMS)*.

Air sering tercemar oleh komponen anorganik antara lain berbagai macam logam berat yang berbahaya (Na'imah, 2019). Pencemaran oleh logam berat dapat

terjadi di perairan, tanah dan udara, tetapi yang paling berbahaya bagi kehidupan adalah yang terjadi di perairan (Manik, 2007). Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya bagi tubuh makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutase, terurai dalam jangka waktu lama dan toksisitasnya tidak berubah (Brass & Strauss, 1981). Logam ini biasanya dipakai untuk bahan baku pada industri kimia, baterai, percetakan (tinta), cat dan pelapisan logam (Wijayani, 2004). Logam timbal (Pb) banyak terdapat di perairan, baik secara alamiah maupun disebabkan oleh dampak dari aktivitas manusia. Logam timbal (Pb) masuk ke perairan melalui pengkristalan (Pb) di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu pencemaran air oleh logam berat timbal (Pb) dapat mengakibatkan gangguan syaraf, tekanan darah tinggi, cepat marah dan cepat lelah (Manik, 2007).

Air merupakan elemen penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain untuk dikonsumsi air berperan penting dalam menopang aktivitas manusia, yaitu sebagai penunjang dalam kegiatan industri. Air yang dikonsumsi oleh manusia harus aman serta tidak membahayakan kesehatan manusia. Air yang layak untuk dikonsumsi memiliki beberapa standar persyaratan tertentu, seperti persyaratan fisik dan kimiawi. Standart kualitas air minum harus sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492 Tahun 2010. Kandungan logam timbal dalam air sebesar 0,01 ppm dianggap sebagai konsentrasi yang aman untuk dikonsumsi, jika melebihi ambang batas tersebut dapat menyebabkan berbagai macam gangguan pada kesehatan yang bersifat toksik (Hasan, 2012). Karena batasan konsentrasi logam timbal (Pb) dalam air sangat kecil, maka diperlukan metode yang tepat dan teliti untuk mendeteksi adanya logam timbal (Pb) dalam air.

Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan metode spektrofotometri serat optik dengan menggunakan *fiber coupler* untuk mendeteksi kadar ion timbal (Pb) dalam air dengan menggunakan prinsip pergeseran dimana jarak antara *fiber coupler* dengan sampel sangatlah dekat. Prinsip dasar dari sensor ini adalah memanfaatkan rugi daya optis cahaya laser yang dipandu menggunakan *fiber coupler* menuju port deteksi. Sedangkan prinsip kerja dari sensor tersebut yaitu

berkas laser yang keluar dari *port sensing* menuju sampel akan terpantul kembali menuju port sensing yang kemudian akan terkopel oleh fiber coupler menuju port deteksi. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut yaitu hubungan antara tegangan keluaran terhadap konsentrasi ion timbal tidak linier. Untuk mengetahui kelinierannya, maka data yang didapatkan di plot menjadi 3 daerah linier dan akan didapatkan daerah linier, perubahan resolusi terkecil serta sensitivitasnya. Kinerja sensor yang telah dikembangkan mampu mendeteksi konsentrasi larutan timbal dalam air secara optimal dari konsentrasi rendah sampai dengan konsentrasi tinggi (Hasan, 2012). Kelemahan dari metode ini adalah masih menggunakan reagen. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan timbal dalam air maka tegangan keluaran detektor semakin kecil. Kelebihan dari metode ini adalah sensor mampu mendeteksi perubahan konsentrasi terkecil sebesar 0,01 ppm.

Serat optik berstruktur *Singlemode-Multimode-Singlemode* (SMS) merupakan serat optik yang dibuat dengan cara menyambungkan serat optik *singlemode* dan serat optik *multimode*. Serat optik berstruktur *Singlemode-Multimode-Singlemode* (SMS) telah digunakan sebagai sensor diantaranya adalah sensor pergeseran dan suhu (Wu, Q. et al., 2010), sensor pergeseran rentang Panjang (Agus, 2014), kelembaban udara (An, J. et al., 2014) dan lain-lain. Pada penelitian ini akan digunakan serat optik berstruktur *Singlemode-Multimode-Singlemode* (SMS) dengan menggunakan dua jenis serrat optik multimode yaitu *multimode* yang terdiri dari *core* dan *cladding* (*multimode normal*) dan multimode yang terdiri dari *core* saja (*multimode coreless*) untuk mendeteksi adanya ion timbal (Pb) dalam air tanpa menggunakan reagen. Mekanisme kerjanya adalah serat optik berstruktur SMS akan dicelupkan kedalam larutan sampel. Ketika kuvet diisi dengan menggunakan larutan sampel maka larutan tersebut akan menekan serat optik berstruktur SMS dan akan mempengaruhi adanya moda-moda di dalam serat optik. Moda-moda cahaya tersebut akan mengakibatkan adanya perubahan spektrum daya terhadap panjang gelombang dan perubahan tersebut akan diamati dengan menggunakan *Optical Spectrum Analyzer* (OSA).

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah serat optik berstruktur SMS dapat digunakan untuk mendeteksi adanya ion timbal (Pb) dalam air?
2. Berapa nilai jangkauan, daerah linier dan sensitivitas yang mampu dideteksi oleh sensor?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini batasan masalah yang dipilih untuk menjelaskan ruang lingkup penelitian yang lebih spesifik adalah:

1. Jenis serat optik yang digunakan adalah serat optik *singlemode* dan serat optik *multimode*.
2. Sampel yang digunakan adalah timbal nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) dengan konsentrasi terkecil yang di ukur 5 ppm.
3. Sumber cahaya yang digunakan adalah *Amplified Spontaneous Emission* (ASE) yang memiliki rentang Panjang gelombang 1510 nm – 1550 nm.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bahwa serat optik berstruktur SMS dapat digunakan untuk mendeteksi adanya ion timbal (Pb) dalam air.
2. Untuk menentukan karakteristik sensor yang berupa nilai jangkauan sensor, daerah linier sensor dan sensitivitas sensor.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, serat optik berstruktur SMS diharapkan mampu dijadikan sebagai sensor untuk mendeteksi adanya ion timbal (Pb) dalam air dalam rangka mewujudkan adanya kualitas air minum yang bersih dan sehat.