

## BAB I

### PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan, dan manfaat penelitian tentang aplikasi probe serat optik multimode berbentuk U untuk mendeteksi kelembaban relatif udara.

#### 1.1 Latar Belakang

Serat optik (*fiber optic*) merupakan media transmisi cahaya yang berbentuk silinder yang tersusun atas *core*, *cladding*, dan *coating*. Dalam perkembangannya, serat optik tidak hanya berfungsi sebagai media transmisi, tetapi juga dimanfaatkan sebagai sensor. Serat optik plastik *multimode* merupakan salah satu serat yang cocok digunakan sebagai sensor karena mudah diberikan perlakuan, memiliki NA dan diameter cukup besar, serta dapat dibengkokkan lebih kecil daripada serat optik gelas (Lomer *et al*, 2007). Perlakuan yang dapat dilakukan pada serat optik diantaranya pemanasan, penekanan, pelengkungan, pengelupasan dan penggantian *cladding*.

Pemanfaatan serat optik sebagai sensor banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi, misalnya untuk mengukur level cairan (Lomer *et al*, 2007), biosensor (Sai *et al*, 2010), gas amonia (Cao *et al*, 2005), dan konsentrasi (Hakim, 2014). Beberapa aplikasi tersebut termasuk dalam jenis sensor serat optik intrinsik, sehingga serat optik berfungsi sebagai pemandu cahaya sekaligus berperan dalam proses pengindraan (*sensing*) pada bagian serat optik yang dimodifikasi. Pengupasan *cladding* kemudian diganti dengan material lain merupakan salah satu metode dalam mengaplikasikan serat optik sebagai sensor.

Serat optik dengan *cladding* yang terkelupas menyebabkan cahaya yang ditransmisikan berinteraksi langsung dengan sampel.

Rugi-rugi yang terjadi dalam serat optik dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah rugi akibat lekukan. Lekukan dengan jari-jari yang lebih besar daripada jari-jari *core* disebut dengan *macrobending* (Keiser, 1991). *Macrobending* menyebabkan cahaya mengalami loss akibat perubahan sudut datang pada bidang batas antara *core* dan *cladding*. Dalam hal ini, moda yang harusnya terpandu terutama untuk moda tinggi akan terlepas ke daerah *cladding* (Khijwania *et al*, 2005). Jika *cladding* diganti dengan bahan tertentu yang sifatnya berubah ketika diberi perlakuan maka semakin banyak interaksi yang terjadi antara cahaya dan bahan pengganti *cladding*. Dengan demikian pengamatan terhadap intensitas cahaya yang terpandu dalam serat optik lebih mudah dilakukan.

Kelembaban relatif udara (RH) merupakan persentase uap air yang sebenarnya dibandingkan dengan kadar kejenuhan pada temperatur dan tekanan tertentu (Yeo *et al*, 2008). Kelembaban relatif ini dijadikan ukuran yang menyatakan tingkat kelembaban udara sebuah ruangan. Kelembaban merupakan salah satu faktor lingkungan yang tidak bisa diabaikan pengaruhnya dalam berbagai aspek baik dalam proses kimia, fisika, maupun biologi ( Seta, 2011). Dalam bidang industri, kesehatan, dan pangan, kelembaban memiliki peran yang sangat penting. Sebagai contoh pengaruh kelembaban pada peralatan produksi, makanan, dan obat-obatan yang membutuhkan kelembaban tertentu agar tidak cepat rusak. Jika jumlah kandungan uap air yang ada melebihi atau kurang dari

kebutuhan yang diperlukan, maka akan menimbulkan gangguan atau kerusakan (Anggraini, 2003).

Beberapa teknik telah dikembangkan untuk pengukuran kelembaban diantaranya menggunakan metode resistif dan kapasitif dengan menggunakan beberapa jenis bahan yang sensitif terhadap kelembaban. Metode resistif didasarkan pada perubahan sifat konduksi listrik material sensor terhadap kelembaban, sedangkan metode kapasitif didasarkan pada perubahan nilai kapasitansi material terhadap kelembaban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki range pengukuran cukup luas. Namun proses fabrikasinya tidak mudah, sensitif terhadap medan elektrostatik dan gelombang EM serta kurang cocok digunakan untuk RH tinggi (Khijwania *et al*, 2005).

Pengukuran kelembaban menggunakan serat optik sebelumnya dilakukan oleh Maddu pada tahun 2006. Maddu menggunakan probe serat optik yang dikupas *claddingnya* dan dilapisi *hydrogel* berupa gelatin. Penelitian menunjukkan bahwa sensor memberikan respon terbaik pada 60% – 72% RH. Gelatin bersifat tidak berwarna, transparan, mampu menyerap air sampai 10 kali beratnya, membentuk gel pada suhu 35-40°C, larut dalam air panas, membengkak (*swelling*) dalam air dingin, dan dapat berubah secara reversibel dari sol ke gel (Anggraini, 2003). Perubahan kelembaban menyebabkan perubahan struktur dan indeks bias *hydrogel*, sehingga mempengaruhi besarnya cahaya yang ditransmisikan menuju detektor (Maddu dkk, 2006). Selanjutnya pengembangan dilakukan Seta pada tahun 2011 dengan penambahan *kobalt klorida* ( $\text{CoCl}_2$ ) sebagai indikator warna kelembaban dengan respon terbaik pada rentang 87%-

93% RH. Dengan demikian, dibutuhkan pengembangan penelitian yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan sifat rugi daya jika *cladding* diganti dengan bahan *hydrogel* serta efek lekukan serat optik, maka akan dilakukan penelitian aplikasi probe serat optik *multimode* berbentuk U untuk mendeteksi kelembaban relatif udara. Sifat optik *hydrogel* yang mengalami perubahan indeks bias akibat pembengkakan saat menyerap uap air mempengaruhi banyaknya cahaya yang tetap terpandu dalam serat optik. Perubahan indeks bias *hydrogel* akan mempengaruhi pemantulan dan pembiasan yang terjadi pada bidang batas antara *core* serat optik dengan *hydrogel*. Hal ini dikarenakan adanya perubahan sudut kritis yang bergantung pada indeks bias *core* dan *cladding*. Peningkatan intensitas cahaya pada daerah *sensing* akibat perubahan indeks bias *hydrogel* dan lekukan diharapkan dapat meningkatkan kinerja sensor. Dengan demikian, perubahan kelembaban relatif udara dapat diketahui melalui perubahan intensitas keluaran akibat perubahan indeks bias *hydrogel*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

- a. Apakah penggunaan probe serat optik berbentuk U dengan *cladding* gelatin dapat digunakan untuk mendeteksi kelembaban relatif udara?
- b. Berapa nilai jangkauan, resolusi, rentang daerah linier, dan sensitivitas probe serat optik berbentuk U dengan *cladding* gelatin dalam mendeteksi kelembaban relatif udara?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Menggunakan serat optik *multimode* yang memiliki diameter 1mm
- b. Sumber cahaya menggunakan laser He-Ne merah dengan panjang gelombang 632,8 nm yang bukan merupakan panjang gelombang serapan maksimum gelatin pada 251,5 nm.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengungkapkan bahwa probe serat optik berbentuk U dengan *cladding* gelatin dapat digunakan untuk mendeteksi kelembaban relatif udara
- b. Menentukan nilai jangkauan, resolusi, rentang daerah linier, dan sensitivitas probe serat optik berbentuk U dengan *cladding* gelatin dalam mendeteksi kelembaban relatif udara

### 1.5 Manfaat penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya metode alternatif untuk mendeteksi kelembaban menggunakan serat optik. Selain itu, dapat diaplikasikan pada berbagai bidang sesuai dengan perkembangan teknologi maupun dalam skala laboratorium.