

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan merupakan aspek penting dalam kehidupan karena lingkungan adalah tempat dimana kita hidup, bernafas dan sebagainya. Lingkungan merupakan kawasan tempat kita berinteraksi, sehingga memungkinkan adanya pencemaran lingkungan yang dapat diakibatkan oleh bakteri, virus dan lain-lain. Udara yang telah tercemar tidak mampu diselektif oleh tubuh, yang banyak berasal dari knalpot kendaraan, pabrik, asap rokok dan lainnya. Manusia memiliki ketidakmampuan dalam merasakan gas atau polusi yang masuk dalam tubuh, oleh karena itu dibutuhkan teknologi yang mampu mendeteksi gas asing/sinyal gangguan tersebut. Salah satu teknologi pendeteksian yang terus dikembangkan saat ini adalah sensor.

Sensor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi suatu parameter yang memiliki perbedaan dengan literatur. Sensor digunakan untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan besaran mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan, arus listrik dan sebagainya. Saat ini sensor terus dikembangkan sehingga menjadi suatu alat yang sangat penting dalam berbagai bidang aplikasi, seperti bioteknologi, kimia, kedokteran dan sebagainya. Oleh karena itu, kualitas suatu sensor harus selalu ditingkatkan agar manfaatnya bisa dirasakan di berbagai bidang. Salah satu contoh sensor yang sedang dikembangkan saat ini adalah sensor interferometer Mach Zehnder/ Mach Zehnder interferometer (MZI).

Sensor MZI memiliki beberapa keuntungan diantaranya, seperti kebal terhadap gangguan elektromagnetik, tahan terhadap gangguan (*erosion*), sensitivitas tinggi, memiliki rugi yang rendah, dan akurasi yang tinggi. MZI dimanfaatkan berdasarkan pemandu gelombang dengan sifat *single mode*. *Single mode* adalah sebuah sistem transmisi data berwujud sinar yang memiliki satu indeks bias sinar tanpa terpantul dan merambat sepanjang media tersebut terbentang. Struktur MZI *single mode*

mampu bekerja dalam dimensi mikrometer sampai nanometer sehingga cahaya yang mampu dilewatkan hanya satu mode sinar saja.

Prinsip dasar MZI berbasis pemandu gelombang yaitu sinar datang terbagi menjadi dua bagian yang menjalar ke daerah jalur penginderaan/*sensing* dan jalur referensi/*reference*. Jalur *sensing* merupakan daerah penginderaan yang digunakan untuk variasi eksternal seperti suhu, indeks bias dan lain-lain sedangkan jalur *reference* dilapisi dengan lapisan pelindung yang terisolasi. Pada jalur penginderaan/*sensing* yang terukur adalah perubahan perbedaan fase optik dari MZI yang dapat dengan mudah dideteksi dengan menganalisis variasi sinyal gangguan (Mehra dkk. 2014).

Sensor MZI telah berhasil diaplikasikan untuk mendeteksi regangan/*strain*, gas dan molekul lainnya (Lindecrantz dkk. 2015). Sensor regangan serat optik berdasarkan MZI dan konsep pergeseran. Kemiringan kurva yang diperoleh menggunakan sumber laser 100 mW yaitu 0.916×10^2 (W/ε). Ketika menggunakan pin diode dengan resolusi 100 μm resolusi sensor menjadi 0.11 με (Jahed dkk. 2009). Aplikasi MZI untuk mendeteksi molekul HCL menggunakan PDMS (*polydimethylsiloxane*) dan air sebagai lapisan luar/*cover* medium. Struktur MZI yang digunakan merupakan *single mode* dengan dimensi ketebalan nm dan panjang daerah *sensing* 2 cm. Material biologi dilarutkan dalam air dan *cover* medium sebagai sensor memiliki indeks bias yang dekat dengan nilai indeks bias air (Lindecrantz dkk. 2015).

Beberapa belakangan tahun terakhir banyak penelitian yang menggunakan material TiO₂. Kekurangan material tersebut hanya beberapa parameter gas yang dapat dideteksi yaitu H₂, C₂H₅, OH dan O₂ (Santoso dkk. 2001). Seiring dengan perkembangan bidang penelitian, material TiO₂ dapat mendeteksi gas CO₂ (Hendri & Elvaswer. 2012). Selanjutnya material TiO₂ yang di doping dengan Au ditumbuhkan pada tempertaur 500⁰C dapat mendeteksi gas CO (Faizin. 2013). Material polimer saat ini sedang banyak dikembangkan untuk sensor bio-kimia karena sensitivitasnya

yang tinggi, mudah dalam fabrikasi, dan karakteristik polimer dapat bervariasi sesuai metode pembuatannya (Hidayah dkk. 2013 & Maulana. 2014).

Penelitian yang dilakukan selama ini memanfaatkan analit uji dengan nilai indeks bias yang besar. Oleh karena itu, tidak dapat digunakan untuk mendeteksi analit uji bio-kimia yang memiliki nilai indeks bias sangat kecil seperti virus, DNA, protein dan sebagainya. Selain itu, ukuran panjang jalur penginderaan masih dalam dimensi yang berbeda untuk satu kesatuan pemandu gelombang serta banyak penelitian hanya menggunakan air sebagai lapisan luarnya. Oleh sebab itu, analit uji terbatas yang mampu terserap dalam air saja (Heideman dkk. 1993 & Lindecrantz dkk. 2015). Sensor yang efektif hanya mampu mendeteksi satu sinyal gangguan sehingga dibutuhkan banyak sensor untuk dipasang, agar mampu mendeteksi banyaknya sinyal gangguan jadi diperlukan suatu sensor dalam dimensi kecil hingga nanometer (Abdullah. 2012). Sumber cahaya tertentu yang digunakan untuk pendeteksian sangat berpengaruh untuk mengidentifikasi adanya analit. Oleh karena itu, sumber cahaya untuk tiap analit uji berbeda.

MZI yang didesain pada perangkat lunak *computer simulation technology* (CST) dengan memasukkan material secara langsung menggunakan nilai acuan indeks bias. *Inti/core* yang digunakan adalah polimer tipe *polymide loss free* dan TiO_2 . Teknologi sensor bio-kimia sebagian besar menggunakan perubahan indeks bias di sekitar dekat perangkat. Perubahan indeks bias ini dikarenakan perubahan dalam konsentrasi analit atau adanya kehadiran molekul. Perangkat lunak untuk mensimulasikan MZI ini banyak digunakan sebagai solusi untuk desain elektromagnetik dan analisis. Software simulasi ini sangat tepat untuk digunakan sebagai metode dalam mendesain dan mengoptimasi perangkat dalam rentang frekuensi yang luas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana hasil simulasi pada program CST dengan memvariasikan analit uji pada lapisan luar (*cover medium/cladding*). Hasil ini akan dideteksi berdasarkan

Nurul Huda, 2015

DESAIN DAN OPTIMASI FREKUENSI SENSOR LINGKUNGAN BERBASIS PEMANDU GELOMBANG INTERFEROMETER MACH ZEHNDER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

perubahan indeks bias sehingga dapat dilihat frekuensi optimum pada masing-masing analit yang diuji. Material *core* yang dikaji adalah TiO₂ dan polymide loss free dengan sudut yang dibentuk pada MZI yaitu 16° dan 20°.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah

1. Nilai indeks bias analit yang di uji adalah 1.2; 1.1 dan 1.01.
2. Frekuensi sumber yang digunakan yaitu pada rentang 180-193 THz.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung nilai frekuensi optimum berdasarkan indeks bias analit yang diuji untuk masing-masing material *core*.
2. Menghitung nilai sensitivitas berdasarkan sudut dan indeks bias untuk tiap material *core*.
3. Membandingkan sensitivitas untuk kedua material *core* yang digunakan yaitu polymide dan TiO₂.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN : Pada bagian ini terdiri dari latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI : Bagian ini terdiri dari teori-teori dasar yang menyangkut penelitian ini yaitu teori tentang interferometer Mach Zender, sensor optik, pemandu gelombang, sensitivitas MZI, Polymide, TiO₂, absorpsi, indeks bias dan CST.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN : Dengan menampilkan alur dari penelitian yang akan dilakukan yaitu berupa tempat dan waktu penelitian, kerangka jalur penelitian, serta metode pendeteksian

Nurul Huda, 2015

DESAIN DAN OPTIMASI FREKUENSI SENSOR LINGKUNGAN BERBASIS PEMANDU GELOMBANG INTERFEROMETER MACH ZEHNDER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

BAB IV PEMBAHASAN : Berisikan tentang pembahasan-pembahasan yang dibuat berdasarkan latar belakang, tujuan, dan pokok permasalahan yang mengenai simulasi, sensor optik berdasarkan pemandu gelombang berbasis MZI, sensitivitas MZI dan hasil simulasi untuk memperoleh frekuensi optimum.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN : Terdiri dari hasil kesimpulan penelitian berdasarkan tujuan serta saran-saran untuk membuat hasil dari penelitian ini menjadi lebih baik di masa yang akan datang.