

Sistem Pengembangan Pendeteksian Indeks Bias Zat Cair Menggunakan Serat Optik *Singlemode* Berbasis Otdr (*Optical Time Domain Reflectometer*)

**Prastyowati Budiningsih, Samian, Pujiyanto
Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga
2013**

Abstrak

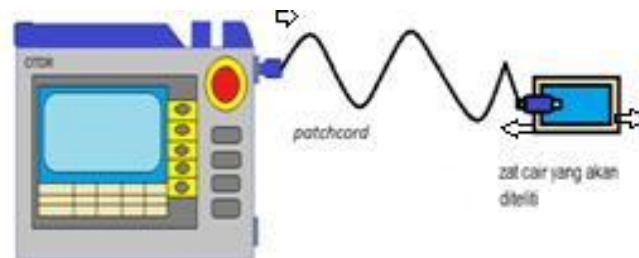
Indeks bias zat cair mampu dideteksi melalui pengukuran redaman serat optik *single-mode* menggunakan OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*). Mekanisme kerja deteksi menggunakan pemantulan Fresnel pada bidang batas *core* bagian ujung serat optik dengan zat cair. Penelitian ini dilakukan dengan mengkopling pangkal serat optik *singlemode* dengan OTDR, sedangkan ujung serat optik disentuh pada zat cair yang indeks biasanya telah diukur menggunakan *refractometer abbe* sebagai acuan. Zat cair yang digunakan dalam penelitian yaitu etanol, minyak goreng, glukosa 5%, glukosa 10%, glukosa 15%, glukosa 20%, glukosa 25%, glukosa 30%, glukosa 30%, glukosa 35%, glukosa 40%, glukosa 50%. Hasil penelitian menunjukkan perubahan indeks bias zat cair terdeteksi dengan perubahan nilai redaman serat optik *single-mode*. Parameter-parameter deteksi yang dihasilkan antara lain jangkauan deteksi indeks bias zat cair sebesar 1,3333 1,4914, perubahan nilai indeks bias zat cair minimum yang dapat dideteksi sebesar 0,0001 , daerah kerja sensor (daerah linier) sebesar 1,3333 1,3398, dan sensitivitas sebesar 0,043dB/km.

Kata kunci : Indeks bias, serat optik *singlemode*, OTDR EXFO FTB 200.

Pendahuluan

Indeks bias merupakan salah satu dari beberapa sifat optis yang penting dari medium. Indeks bias berperan cukup penting dalam beberapa bidang diantaranya adalah dalam teknologi film tipis dan fiber optik (Sapkota et al, 2009). Penggunaan indeks bias dalam bidang spektroskopi dapat digunakan untuk menginterpretasikan data-data spektroskopi, sedangkan koefisien indeks bias dapat digunakan untuk mendesain laser zat padat (Singh, 2002). Sedangkan dalam bidang kimia, pendeteksian indeks bias secara luas telah digunakan untuk mengetahui konsentrasi larutan (Subedi *et al*, 2006), menentukan kemurnian dan kadarluarsa oli (Yunus *et al*, 2009), menentukan kemurnian minyak goreng (Sutiah, 2008) dan mengetahui komposisi bahan-bahan penyusun larutan, Selain itu, indeks bias juga dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik suatu larutan dan kualitas suatu larutan. Dalam bidang industri makanan dan minuman, indeks bias juga dapat digunakan untuk mengetahui kandungan gula dalam jus buah, kandungan gula dalam kue, dan lain-lain. Pendeteksian indeks bias zat cair dapat dilakukan beberapa metode antara lain dengan metode interferometri yang meliputi inferometri Mach-Zender, interferometri Fabry-Perot dan Interferometri Michelson (Pedrotti dan Pedrotti, 1993), metode lainnya menggunakan spectrometer (Abdul Rofiq, 2010). Dalam makalah ini akan dikemukakan pendeteksian indeks bias zat cair melalui pengukuran redaman serat optik menggunakan OTDR.

Prinsip kerja deteksi indeks bias zat cair



Gambar 1. Set-up alat

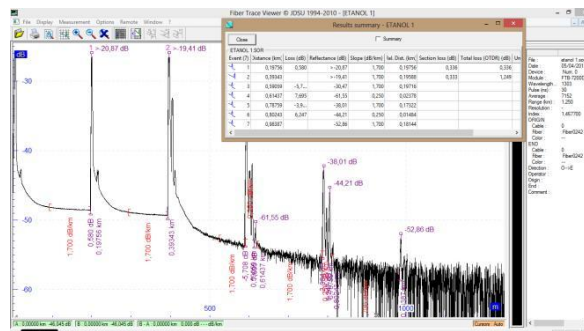
Prinsip pendeteksian redaman indeks bias zat cair pada serat optik adalah dengan mengetahui rasio daya optis cahaya keluaran pada bagian ujung terhadap

daya masukan pada bagian pangkal serat optik. Mekanisme pendeteksian daya optis keluaran di bagian ujung serat optik oleh OTDR dilakukan dengan mengetahui daya optis cahaya balik akibat pemantulan fresnel yang terjadi pada bidang batas ujung serat optik dengan udara. Selisih daya optis masukan terhadap daya optis cahaya balik diperhitungkan sebagai daya keluaran pada bagian ujung serat optik. Dengan demikian, OTDR menampilkan hasil pendeteksian rasio daya optis cahaya keluaran terhadap masukan dalam format desibel (dB/km). Besaran redaman sebuah serat optik dinyatakan satuan dB/km (km merupakan satuan panjang serat optik).

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah OTDR EXFO FTB 200, serat optik *singlemode*, zat cair yang telah diketahui indeks biasnya, konektor yang menghubungkan antar serat optik satu dengan yang lain. Penelitian pendeteksian indeks bias zat cair memanfaatkan metode pendeteksian redaman serat optik dengan menggunakan OTDR diperlihatkan oleh Gambar 1. Sumber cahaya yang berasal dari OTDR akan melewati serat optik *single-mode* yang berupa *patchcord*. *Patchcord* akan mengirimkan sinyal cahaya sampai ujung *patchcord* yang tercelup zat cair dengan indeks bias tertentu. Saat serat optik tercelup pada larutan maka cahaya akan dipantulkan kembali melewati serat optik. Serat optik akan mentransmisikan cahaya menuju OTDR dan OTDR akan mengukur besarnya redaman serat optik zat cair tersebut.

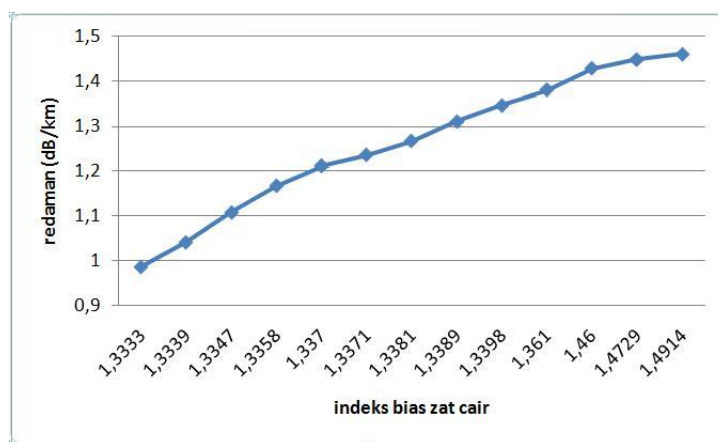
Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Tampilan OTDR yang menunjukkan nilai redaman serat optik

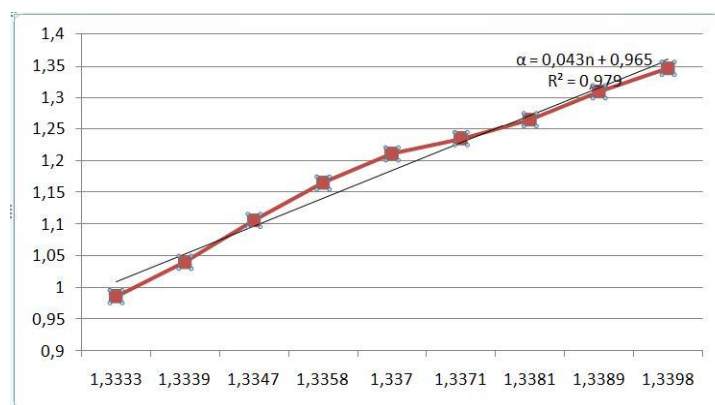
Grafik hasil pengukuran redaman serat optik untuk larutan dengan nilai indeks bias 1,3610 (etanol) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1 adalah sebagai berikut. Untuk mendapatkan hasil pengukuran redaman serat optik yang teliti, selang waktu pencacahan diberikan selama 30 ns. Panjang serat optik yang mana ujungnya terdapat sampel adalah 197,56 m. Pantulan pertama pada grafik yang ditandai dengan adanya rugi daya tetapi berjarak 0 m menunjukkan pantulan akibat adanya koneksi (menggunakan konektor) antara pangkal serat optik dengan OTDR. Pantulan kedua dengan rugi daya 0,580 dB dan terletak pada jarak 197,56 m menunjukkan adanya pantulan Fresnel pada ujung serat optik yang berbatasan dengan sampel. Karena selang waktu pencacahan yang diberikan sebesar 30 ns, sementara waktu perjalanan pancar-balik pulsa dalam serat optik hanya membutuhkan 4 ns, maka OTDR akan terus mencacah pulsa yang terpantul balik pada pangkal serat optik sampai terpantul lagi pada ujung serat optik. Hal tersebut akan berulang sampai selang waktu pencacahan berakhir. Peristiwa tersebut dikenal dengan istilah gema siluman (pantulan palsu). Hal tersebut tidak menunjukkan panjang serat optik yang sebenarnya. Data pada grafik Gambar 4.1 terdapat enam pantulan dengan periode panjang yang sama persis, tetapi rugi daya yang terukur hanya pada pantulan ke 2.

Hal tersebut menunjukkan bahwa empat pantulan berikutnya merupakan hasil dari adanya pantulan palsu. Dengan demikian nilai rugi daya hasil pengukuran terletak pada pantulan ke 2.



Gambar 3 Grafik nilai pengukuran redaman serat optik *single-mode* sebagai fungsi indeks bias zat cair

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, deteksi indeks bias zat cair yang diletakkan pada bagian ujung akhir serat optik *single-mode* dilakukan melalui pengukuran nilai redaman serat optik tersebut. Dasar pemikiran metode tersebut mengacu pada formulasi pengukuran serat optik serta prinsip pemantulan Fresnel. Hukum pemantulan Fresnel ditinjau pada bidang batas antara *core* dan zat cair. Berdasarkan prinsip pemantulan Fresnel, maka nilai reflektivitas zat cair juga bertambah. Artinya cahaya yang terpantul kembali ke dalam *core* serat optik bertambah besar. Dengan demikian nilai redaman serat optik juga bertambah besar. Fakta tersebut secara eksperimen telah diperlihatkan oleh grafik pada Gambar 3 dari grafik tersebut terlihat bahwa peningkatan nilai indeks bias zat cair juga meningkatkan nilai redaman serat optik yang terukur. Daerah linier merupakan daerah kerja dari suatu sensor atau detektor. Sensor tersebut akan dapat difungsikan dengan baik jika stimulus yang dideteksi berada pada daerah linier. Untuk menentukan daerah linier suatu deteksi indeks bias zat cair menggunakan serat optik *single-mode* berbasis OTDR, maka pada grafik Gambar 13 ditentukan daerah yang diduga linier dan menguji daerah yang diduga linier tersebut dengan uji regresi linier. Hasil uji regresi linier, daerah yang diduga linier dapat dilihat pada grafik Gambar 4.



Gambar 4 Hasil uji regresi linier redaman serat optik sebagai fungsi indeks bias zat cair

Dari persamaan regresi linier, nilai korelasi yang didapat adalah 0,979. Karena nilai korelasi yang didapat dari uji regresi linier mendekati 1, maka dapat dikatakan hubungan redaman serat optik dan indeks bias adalah linier. Persamaan

hasil regresi linier pada gambar Grafik 15 ($\alpha = 0,043n + 0,965$) adalah persamaan yang dapat digunakan untuk mengkonversikan redaman serat optik terhadap indeks bias zat cair. Slope dari persamaan tersebut merupakan nilai sensitivitas sistem deteksi indeks bias zat cair menggunakan serat optik *single-mode* berbasis OTDR. Dengan demikian nilai sensitivitas sensor pendeteksi indeks bias zat cair sebesar 0,043 dB/km. Pada plot gambar Grafik 4.4 daerah linear redaman serat optik terhadap indeks bias zat cair didapat rentang daerah linier yang dihasilkan sebesar 1,3333 . Untuk karakteristik indeks bias zat cair melalui pengukuran nilai redaman menggunakan OTDR dapat diperlihatkan melalui gambar Tabell.

Tabel 1. Karakteristik indeks bias zat cair melalui pengukuran redaman serat optik menggunakan OTDR.

Parameter	Nilai
Jangkauan deteksi indeks bias	1,3333 – 1,4914
Perubahan nilai indeks bias minimal yang di deteksi dalam eksperimen	0,0001
Daerah linier	1,3333–1,3398
Sensitivitas (dB/km)	0,043

Dari data hasil penelitian serta analisisnya, terlihat bahwa indeks bias zat cair dapat dideteksi melalui pengukuran nilai redaman serat optik menggunakan OTDR. Dengan demikian hasil penelitian ini memperlihatkan nilai guna OTDR yang selama ini hanya digunakan untuk mengukur redaman, patahan, dan panjang serta optik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian **Sistem Pengembangan Pendeteksian Indeks Bias Zat Cair Menggunakan Serat Optik *Single-mode* Berbasis OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)**, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Indeks bias zat cair dapat dideteksi melalui pengukuran redaman serat optik *single-mode* menggunakan OTDR dengan memanfaatkan prinsip pemantulan Fresnel pada bidang batas antara *core* dengan zat cair.

2. Jangkauan indeks bias, perubahan nilai indeks bias minimum, daerah linier, serta sensitivitas sistem deteksi masing-masing 1,3333 1,4914, 0,0001, 1,3333, 1,3398, dan 0,043dB/km.

Daftar Pustaka

- Crisp, Jhon dan Elliot Barry, 2008, *Serat Optik : Sebuah Pengantar*, Alih Bahasa: Soni Astranto, S.Si, Penerbit Airlangga, Jakarta.
- Keiser, G., 1991, *Optical Fiber Communi-cations*, MC Graw Hill, Inc, New York.
- Krohn, D.A, 2000, *Fiber Optic Sensor, Fundamental and Aptication 3rd*, ISA. New York.
- Pedrotti, F.L. dan L.S. Pedrotti., 1993. *Intro-duction tooptics, Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall
- Rofiq, Abdul., 2010, "Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias", Universitas Diponegoro, Semarang
- Shyam, Singh., 2002, " *Refractive index Measurement and Its Aplplications* ", Physics Scripsta, pp. 167-180
- Sutiah, 2008. *Studi kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan indeks bias (skripsi)*. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro
- Telkom, 2004, " *Dasar alat ukur dan penyambungan OPTICAL ACCESS NETWORK* ", PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk, Bandung.