

Deteksi Kadar Glukosa dalam Air Destilasi Berbasis Sensor Pergeseran Menggunakan *Fiber Coupler*

Fina Nurul Aini, Samian, dan Moh. Yasin.

Program Studi S1 Fisika, Departemen Fisika, FST Universitas Airlangga, Surabaya 60115.

Email : noo2.donutz@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan deteksi kadar glukosa dalam air destilasi berbasis prinsip sensor pergeseran menggunakan *fiber coupler* dan cermin datar. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan larutan glukosa sebagai medium rambatan cahaya antara *fiber coupler* dan cermin. Mekanisme kerja deteksi kadar glukosa dalam air destilasi adalah perubahan *slope* secara linier terhadap perubahan konsentrasi larutan glukosa pada rentang tertentu. Deteksi dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan glukosa 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dalam pelarut air destilasi. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain laser He-Ne panjang gelombang 632,5 nm sebagai sumber cahaya, detektor silikon SL-818, *fiber coupler* dan cermin datar. Hasil pendeteksian menunjukkan bahwa nilai *slope* pergeseran pada rentang 2300-3000 μm meningkat secara linier terhadap peningkatan konsentrasi larutan glukosa dengan resolusi pendeteksian 3,5 %.

Kata kunci : *fiber optic*, *fiber coupler probe* dan larutan glukosa.

PENDAHULUAN

Serat optik merupakan pandu gelombang cahaya (*light wave guide*) dari bahan transparan. Perkembangan serat optik yang pesat menyebabkan aplikasi serat optik saat ini tidak hanya dimanfaatkan sebagai media transmisi cahaya namun juga sebagai sensor. Keunggulan serat optik sebagai sensor dibandingkan sensor lainnya antara lain adalah tidak kontak langsung dengan obyek pengukuran, tidak menggunakan listrik sebagai isyarat, akurasi pengukuran tinggi, relatif kebal terhadap induksi listrik maupun magnetik, dapat dimonitor dari jarak jauh, dapat dihubungkan dengan sistem komunikasi data melalui perangkat antar muka (*interface*) serta lebih kecil dan ringan (Krohn, 2000).

Berbagai sensor serat optik telah banyak dikembangkan untuk mendeteksi antara lain pergeseran (Samian, dkk, 2009), ketinggian zat cair (Samian, dkk, 2011), vibrasi (S. Binu, 2007) serta parameter fisis lainnya. Sensor pergeseran menggunakan *fiber coupler* telah dikembangkan untuk aplikasi yang lebih luas, antara lain untuk mengukur koefisien muai termal logam (Sholikan, 2009) dan sensor temperatur (Samian, dkk, 2010).

Glukosa merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Namun penggunaan glukosa secara berlebihan pun akan memberikan dampak negatif bagi tubuh, seperti kebutaan, gagal ginjal, kerusakan saraf periferik serta diabetes. Oleh karena itu, pengontrolan penggunaan glukosa sangat penting dilakukan terutama bagi penderita diabetes.

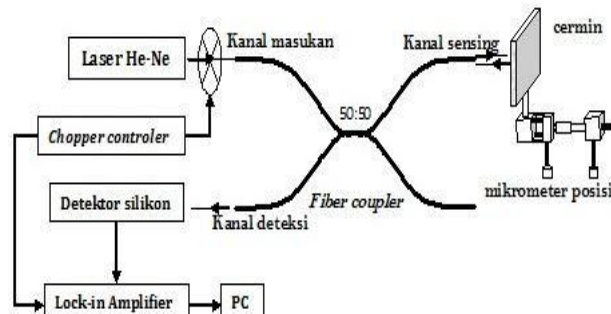
Pendeteksian kadar glukosa dalam air destilasi menggunakan serat optik berbasis sensor pergeseran telah dikembangkan oleh Yasin, dkk, 2010 dengan menggunakan *probe* bundel. Analisis hasil didasarkan tegangan puncak serta pergeseran posisi puncak grafik hubungan antara tegangan luaran detektor terhadap pergeseran cermin datar akibat perubahan konsentrasi larutan glukosa sebagai medium.

Pada makalah ini akan disajikan pendeteksian kadar glukosa dalam air destilasi berbasis sensor pergeseran serat optik menggunakan *fiber coupler*. Perubahan indeks bias larutan seiring dengan perubahan konsentrasinya diharapkan dapat menyajikan parameter sensor pergeseran yang berbeda untuk masing-masing konsentrasi larutan glukosa.

METODE PENELITIAN

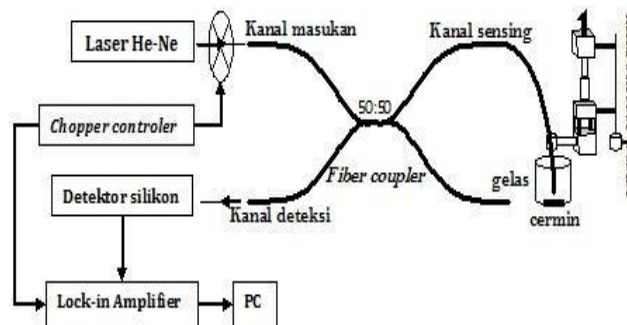
Perangkat penelitian terdiri dari laser He-Ne (Thorlabs, 632,5 nm, 5 mW), *fiber coupler* 2×2 (50:50), detektor optik 818-SL (Newport), *chopper* dan *chopper controler* (SR540, Stanford Research System, Inc.), Lock-in amplifier (SR510 Stanford Research System, Inc.), cermin panjang gelombang cahaya tampak (5101-Vis, New Focus), mikrometer posisi (Newport), PC, serta perangkat pendukung lain.

Langkah awal adalah melakukan karakterisasi sensor pergeseran untuk mengetahui karakteristik pergeseran kanal sensing *fiber coupler* terhadap cermin datar. Set-up karakterisasi *fiber coupler* sebagai sensor pergeseran ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Set-up eksperimen karakterisasi *fiber coupler* sebagai sensor pergeseran.

Langkah selanjutnya adalah melakukan deteksi kadar glukosa dalam air destilasi dengan membuat set-up seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Set-up eksperimen pengukuran kadar glukosa dalam air destilasi menggunakan Metode I.

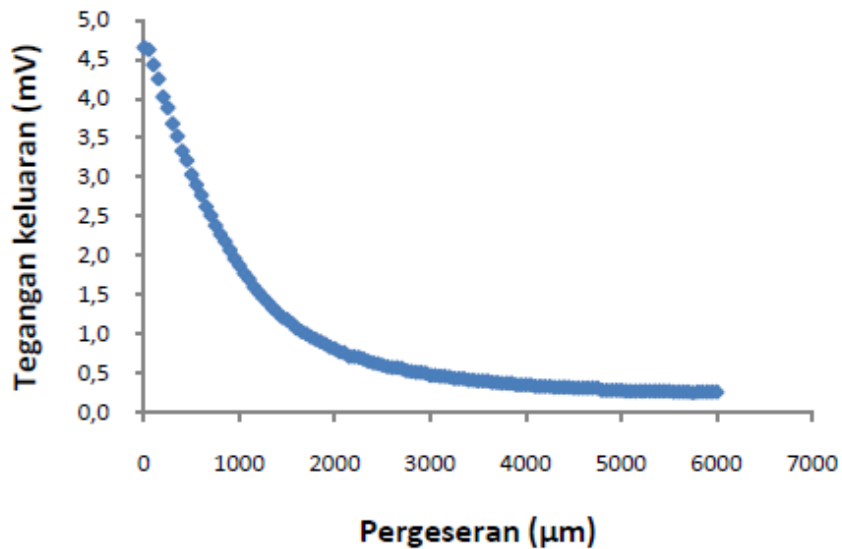
Pendeteksian dimulai saat *fiber coupler* berhimpit dengan cermin, yakni pada pergeseran $z=0$. *Fiber coupler* yang ditempatkan pada mikrometer posisi digeser tiap 50 μm . Pada tiap posisi pergeseran, tegangan keluaran detektor diukur sehingga diperoleh data berupa tegangan luaran detektor sebagai fungsi pergeseran *fiber coupler*.

Pendeteksian dilakukan terhadap beberapa variasi konsentrasi larutan glukosa, antara lain 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

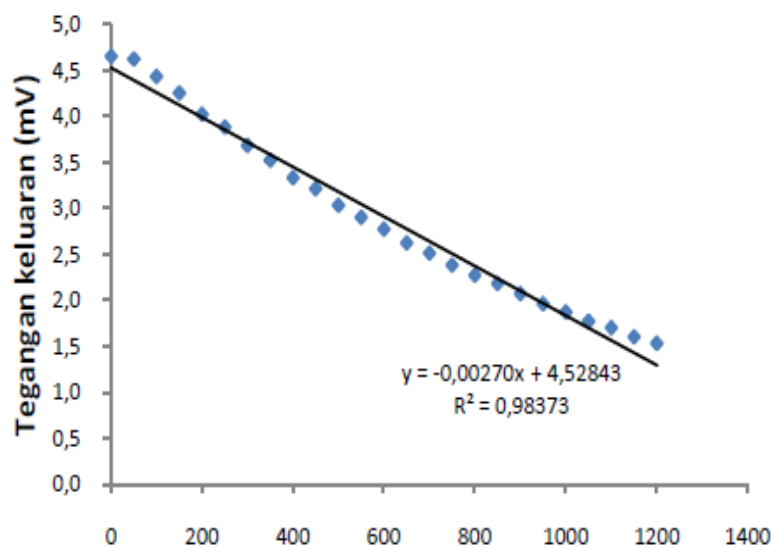
Data penelitian yang diperoleh berupa tegangan luaran detektor sebagai fungsi pergeseran *fiber coupler*.

a) Karakterisasi *fiber coupler* sebagai sensor pergeseran



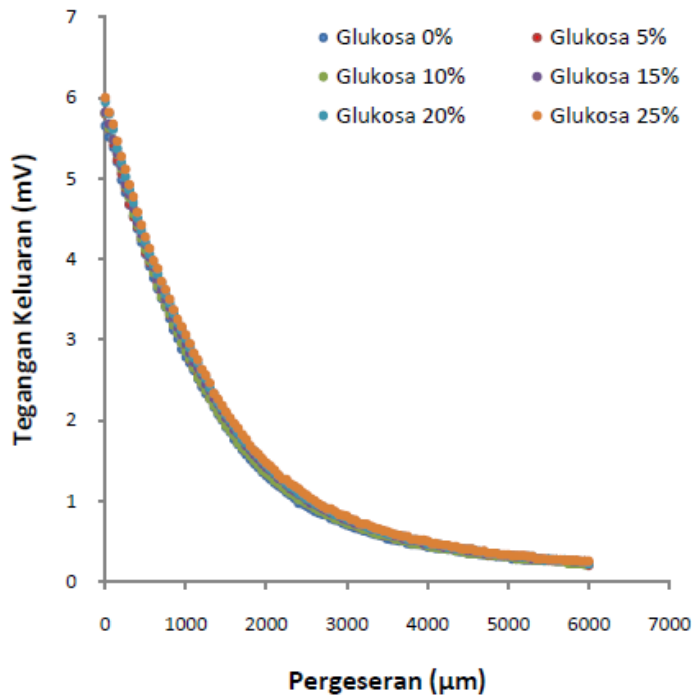
Gambar 3. Grafik tegangan keluaran detektor sebagai fungsi pergeseran *fiber coupler* dengan target cermin datar.

Karakterisasi *fiber coupler* dilakukan untuk mengetahui karakteristik pergeseran kanal sensing *fiber coupler* terhadap cermin datar. Daerah linier yang menunjukkan daerah kerja sensor pergeseran diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik daerah linier karakterisasi *fiber coupler* sebagai sensor pergeseran.

b) Pendeteksian kadar glukosa dalam air destilasi



Gambar 5. Grafik tegangan keluaran detektor sebagai fungsi pergeseran *fiber coupler*.

Data berupa tegangan luaran detektor sebagai fungsi pergeseran *fiber coupler* untuk masing-masing konsentrasi diplot dalam grafik pada Gambar 5. Grafik pada Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan glukosa yang digunakan semakin tinggi pula tegangan luaran detektor yang terukur. Hal ini dapat dipahami dari nilai *Numerical Aperture* (NA) serat optik yang digunakan. Jika medium antara serat optik dan cermin adalah udara, maka nilai NA hanya dipengaruhi oleh nilai indeks bias *core* (n_1) dan *cladding* (n_2) seperti diberikan pada persamaan 1.

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (1)$$

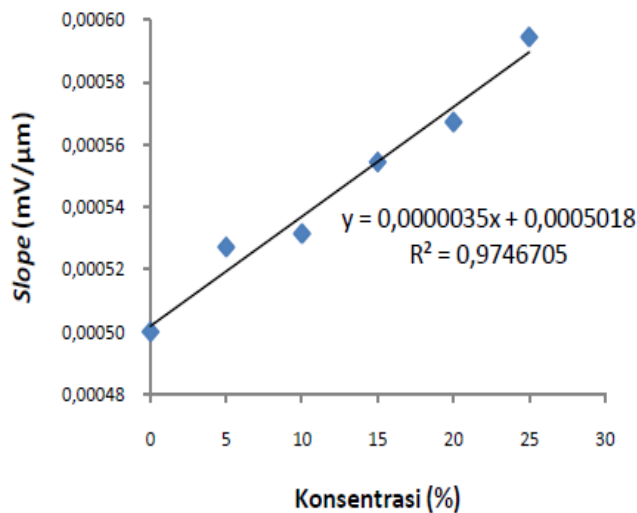
Namun jika medium antara serat optik dan cermin diganti dengan larutan glukosa, maka nilai NA akan dipengaruhi pula oleh indeks bias larutan glukosa yang digunakan (n).

$$NA = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n} \quad (2)$$

Semakin tinggi konsentrasi larutan glukosa yang digunakan, semakin tinggi pula indeks biasnya. Sehingga, nilai NA akan semakin kecil. Nilai NA yang semakin kecil

memberikan berkas laser yang tertangkap kembali oleh serat optik semakin banyak sehingga tegangan luaran detektor semakin tinggi pula.

Karena tegangan luaran detektor berubah terhadap perubahan konsentrasi larutan glukosa, maka *slope* grafik pada Gambar 5. akan berubah pula. Nilai *slope* grafik pada Gambar 5. pada rentang pergeseran 2300-3000 μm sebagai fungsi konsentrasi larutan glukosa disajikan pada Gambar 6. Selain itu, diperoleh pula resolusi pendeteksian kadar glukosa dalam air destilasi menggunakan *fiber coupler* sebesar 3,5%.



Gambar 6. Grafik nilai *slope* masing-masing konsentrasi pada rentang 2300-3000 μm .

KESIMPULAN

Sensor pergeseran *fiber coupler* dapat digunakan untuk melakukan pendeteksian kadar glukosa dalam air destilasi dengan resolusi pendeteksian 3,5%. Nilai *slope* pergeseran merupakan fungsi konsentrasi larutan glukosa. Semakin tinggi konsentrasi larutan glukosa, nilai *slope* pada rentang 2300-3000 μm akan semakin tinggi pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Binu, S., V. P. Mahadevan Pillai, V. Pradeepkumar, B. B. Padhy, C. S. Joseph, N. Chandrasekaran, 2009, *Fibre Optic Glucose Sensor*, Materials Science and Engineering C.
- Binu, S. V.P. Mahadevan Pillai, N. Chandrasekaran, 2007, *Fiber Optik Displacement Sensor for Measurement Amplitude and Frequency of Vibration*, Optic & Laser Technology, Vol. 39, 1537 – 1543.

- Crisp, John dan Elliot, Barry, 2008, *Serat Optik: Sebuah Pengantar*, Erlangga, Jakarta.
- Fraden, Jacob, 2004, *Handbook of modern sensors : physics, designs, and applications*, Springer- Verlag Inc., New York.
- Guenther, Robert D., 1990, *Modern Optics*, John Wiley and Sons, USA.
- Krohn , DA, 2000, *Fiber Optik Sensor, Fundamental and Application*, Third Edition, ISA, USA.
- Pramono, Yono Hadi, Ali Yunus Rohedi dan Samian, 2008, *Aplikasi Directional Coupler Serat Optik sebagai Sensor Pergeseran*, Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol. 4, No. 2.
- Rahman, H. A., S. W. Harun, M. Yasin, H. Ahmad, 2011, *Non-Contact Refractive Index Measurement Based on Fiber Optic Beam- Through Technique*, Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications, Vol. 5, No. 10, page: 1035 - 1038.
- Rahman, H. A., S. W. Harun, M. Yasin, H. Ahmad, 2012, *Fiber Optic Salinity Sensor Using Beam- Through Technique*, Optik.
- Samian, Gatut Yudoyono, 2010, *Aplikasi Multimode Fiber Coupler sebagai Sensor Temperatur*, Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol. 6, No. 1.
- Samian dan Supadi, 2011, *Sensor Ketinggian Air Menggunakan Multimode Fiber Coupler*, Fisika dan Aplikasinya, Vol. 7, No.2, hal. 110203-1 - 110203-4.
- Samian, Yono Hadi Pramono, Ali Yunus Rohedi, Febdian Rusydi dan A. H. Zaidan, 2009, *Theoretical and Experimental Study of Fiber- Optic Displacement Sensor Using Multimode Fiber Coupler*, Journal of Optoelectronics and Biomedical Materials, Vol. 1, Issue 3 (page: 303-308).
- Sholikhan, Muhammad, 2009, *Pemanfaatan Directional Coupler Serat Optik dalam Penentuan Koefisien Ekspansi Termal Logam Aluminium*, Skripsi S-1, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Yasin M., Harun S. W., Yang H. Z. dan Ahmad H., 2010, *Fiber Optic Displacement Sensor for Measurement of Glucose Concentration in Distilled Water*, Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications, Vol. 4, No. 8 (page: 1063-1065).
- Yasin M., S. W. Harun, Pujiyanto, Z. A. Ghani, and H. Ahmad, 2010, *Performance Comparison between Plastic-Based Fiber Bundle and Multimode Fused Coupler as Probes in Displacement Sensors*, Laser Physics, Vol. 20, No. 10 (page: 1890-1893).