

RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMATAN SURFACE PLASMON RESONANCE (SPR) DENGAN MENGGUNAKAN LABVIEW DAN SENSOR SPREETA 2001E

Ervan Erry Pramesta

Dosen Program Studi D3 Desain Produk Mekatronika Politeknik Mekatronika Sanata Dharma
Alamat korespondensi: Kampus Paingan Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta 55282
Email: ervan@pmsd.ac.id

ABSTRACT

A System to monitor the Surface Plasmon Resonance (SPR) signal with Spreeta 2001E sensor has been designed and tested. The built-in Spreeta 2001E sensor consists of a polarized infrared light source, having a wave length 840 nm, and a built in 128 pixel to detect the reflection light from the gold surface and dielectric. We program Arduino Nano to process the signals and transfer to serial communication and processed using Lab View to and present the reflection data versus pixel dioda. Doing this, we can record the SPR signal versus angle with presented by pixel, known as the SPR dynamic signal. To test the performance of the system and to know the properties of the SPR signal, we test the system using ethyl alcohol with concentration of 10% (v/v) up to 90% (v/v) to indicate the performance of the instrument. The result shows that the system can be used to monitor the statis of SPR signal. During the reaction process can indicating the possibility of using the instrument to detect various kinds of SPR signal related to the chemical and or biological process in the samples.

Keywords: monitoring sistem, SPR statis, Spreeta 2001E, LabView, Arduino Nano.

1. PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir sistem *Surface Plasmon Resonance* (SPR) berbasis emas sangat marak digunakan sebagai dasar penelitian untuk mengamati reaksi kimia dan biokimia. Hal ini disebabkan sensitivitas sinyal SPR ketika sampel diletakkan pada lapisan emas tipis sebagai permukaan aktif diatas dielektrik yang kemudian dapat diamati karakteristik sampel tersebut. Produk sensor SPR yang banyak digunakan dalam analisa analit adalah Spreeta, yang diproduksi oleh Texas Instrument, Inc (Chinowsky, 2003). Sensor ini telah digunakan untuk mendeteksi reaksi kimia seperti kontaminan logam berat dalam air (Yu, 2004), reaksi DNA (Chinowsky, 2007), dan banyak analit yang dapat dikarakteristik dengan menggunakan sensor ini (Chinowsky, 2007). Banyak telah diselidiki menggunakan sensor Spreeta ini, tetapi hanya beberapa artikel menghadirkan instrumentasi dengan sensor tersebut (Son, 2007), (Mary, 2014). Ketika menyesuaikan instrumen hal yang perlu diketahui adalah prinsip sensor dan

instrumentasi dapat membantu dalam memecahkan beberapa masalah penting dalam pengukuran menggunakan SPR. Sejalan dengan hal ini, kami menyelidiki kinerja sistem SPR yang dirakit menggunakan ketersediaan komponen elektronik di pasar dan Spreeta 2001E dimana digunakan sebagai sensor dan LabView sebagai sistem pengamatan dan akuisisi data.

1.1 *Surface Plasmon Resonance* dan Sensogram

Dalam *Surface Plasmon Resonance* (SPR), proses pengamatan dilakukan dengan mengambil perubahan indek bias sampel yang diletakkan diatas permukaan sensor. Proses pengamatan saat terjadinya perubahan indek bias dimaksudkan untuk mengamati perubahan permitivitas cairan diatas logam emas (Chinowsky, 2003), sebagai akibat dari vektor *Surface Plasmon* (gelombang permukaan) terkait dengan gelombang *transverse magnetic (TM)* yang sejajar dengan permukaan logam. Ini dikarenakan vektor *Surface Plasmon* k_{SP} berhubungan dengan permitivitas

emas ε_{Au} dan permitivitas sampel ε_L , hubungan ini dapat digambarkan sebagai:

$$k_{SP} = k_o \sqrt{\frac{\varepsilon_{Au} \varepsilon_L}{\varepsilon_{Au} + \varepsilon_L}}, \quad (1)$$

Dimana saat terjadinya TM membuat gelombang pantul pada sisi logam dan dielektrik menjadi berkurang energinya pada sudut tertentu. Sudut dimana gelombang pantulnya memiliki intensitas yang berkurang maka akan disebut sebagai sudut resonance. Pada konfigurasi ini, setiap biokimia memiliki perubahan permitivitas yang berbeda, karena sudut resonannya berbeda. Dalam konfigurasi Kraftsman, perubahan permitivity selama resonansi dapat berhubungan dengan perubahan pada indeks bias versus sudut resonansi.

Pada sensor Spreeta perubahan permitivitas versus sudut resonansi sangat mudah dideteksi karena sensitivitas dari sensor spreeta, dimana memiliki tebal permukaan sensing $\sim 50\text{nm}$, sudut sensing $57^\circ\text{--}63^\circ$ derajat, sensor photodiode array 128 piksel dan sumber inframerah 830 nm yang mampu menggambarkan karakteristik dari sampel *analit* dengan cepat dan dapat dimonitor hasilnya lewat keluaran sensor photodiode array tersebut. spreeta hanya dapat mendeteksi indeks bias dari 1,3200 hingga 1,3680 untuk output tegangan (V_{out}) $3V > V > 0V$ [6], oleh karena indeks bias di unit RIU (singkatan satuan indeks bias) dapat dirumuskan sebagai:

$$n = 1,368 - 0,016552 V_{out} \text{ RIU} \quad (2)$$

Karena setiap piksel dari detektor dapat diprogram secara berurutan, oleh karena itu kita dapat memiliki indeks bias di berbagai sudut, diseluruh sudut resonansi yang memproduksi sinyal. Hal ini biasanya disebut sebagai sensorgram.

1.2 Perakitan Data Akuisisi Sistem SPR dan Sistemn Monitoring

Perangkat Spreeta dipasaran sebenarnya sudah ada akan tetapi harganya yang relatif mahal, hal mendorong pembuatan perangkat yang mampu mengakuisisi spreeta 2001 ini. Dalam penelitian ini kita menggunakan arduino nano sebagai papan kontrol dan untuk proses monitoring *output* dari sensor Spreeta 2001 maka akan digunakan *LabView* sebagai *interface*-nya (Grafik User Interface). Untuk membuat

perangkat ini kita perlu menyesuaikan konfigurasi sensor spreeta 2001 yang hanya dapat dioperasikan pada arus 20mA, maka input-output arduino harus di berikan resistor untuk membatasi arus yang masuk ke sensor tersebut. Dalam hal ini resistor yang digunakan adalah resistor yang mempunyai hambatan 560 Ohm. Akan tetapi konsekuensi penggunaan resistor adalah menurunnya voltase input-output dari arduino. Dalam code pemrograman arduino, arduino harus diprogram harus sesuai dengan kebutuhan sensor Spreeta yaitu minimal clock adalah 5khz, dan start sensor harus sekitar 0,1 ms setelah clock dipicu, dan selanjutnya data per piksel akan dikirimkan pada buffer serial komunikasi. Program *LabView* dibuat untuk mengontrol dan memonitor output dari data. Dengan demikian diperlukan penyesuaian integrasi waktu buffer diserial komunikasi dan pengambilan data pada *LabView* sesuai dengan kebutuhan integrasi waktu di Arduino. *Output* dari sensor adalah 100mV pada keadaan gelap dengan tidak diaktifkannya sumber cahaya (inframerah), dan 3V dengan dihidupkannya cahaya sumber. Sehingga indeks bias yang dapat dideteksi menggunakan spreeta 2001E adalah $100\text{mV} \geq V \geq 3V$, yang jika dikonversi adalah $1,320 \geq n \geq 1,368$, dengan demikian kita dapat mengubah sinyal listrik yang dihasilkan karena proses sensing, menjadi indeks bias melalui sampel yang ditempatkan di atas daerah sensing. Perangkat menggunakan laptop dengan prosesor *dual core* (2,1GHz), RAM 4Gb, VGA 512 Mb, dan *harddisk* 1 TB untuk melakukan sistem sebagai instrumen SPR. Laptop ini diatur di bawah sistem operasi *Windows 7* yang dapat beroperasi *LabView* 2014 dengan mudah. Kami menguji konfigurasi ini untuk memantau SPR sinyal yang dihasilkan etil alkohol ditempatkan di atas permukaan emas dari sensor Spreeta.

2. METODE PENELITIAN

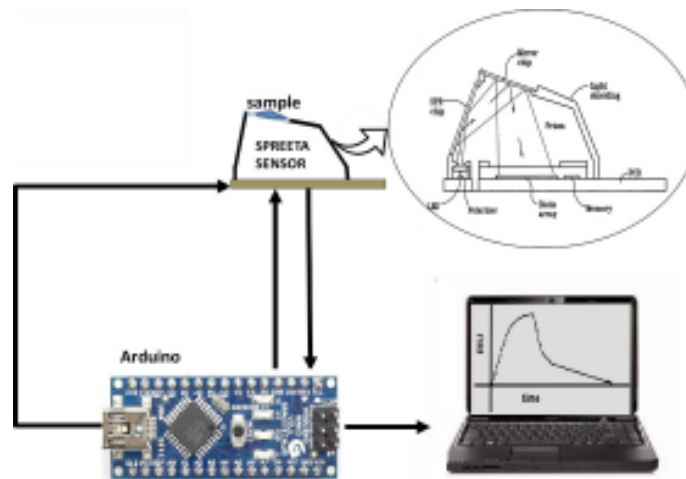
Set up Eksperimen kami secara skematis diperlihatkan pada Gambar 1. Untuk cek pertama, kami membersihkan sensor Spreeta 2001E dan mengaktifkan sistem di lingkungan udara. Sejak indeks bias udara adalah sekitar 1,0001, kita tidak bisa mengamati sinyal SPR terkait dengan kemampuan sensor. Kita drop 1 ml air murni di atas permukaan emas Spreeta 2001E membiarkan sensor untuk

menghasilkan sinyal SPR selama beberapa menit. Kami memantau data pada *LabView*. Berturut-turut, kita *drop* 1 ml etil alkohol dengan konsentrasi 10% (v/v) hingga 90% (v/v) dan memonitor sinyal SPR yang terjadi terhadap piksel setiap kali pengambilan data (setiap beberapa detik). Untuk memulai pengukuran baru, kami membersihkan sensor dan memeriksa *baseline* sebelum menjatuhkan sampel pada permukaan sensing. Sistem menunjukkan bahwa sistem ini mampu tampil sebagai instrumen SPR untuk memantau sinyal yang menunjukkan nilai indeks bias larutan. Sinyal ini dikenal sebagai sensogram. Dalam percobaan kami melihat pergeseran puncak di sensograms dan meningkatnya puncak karena konsentrasi semakin tinggi.

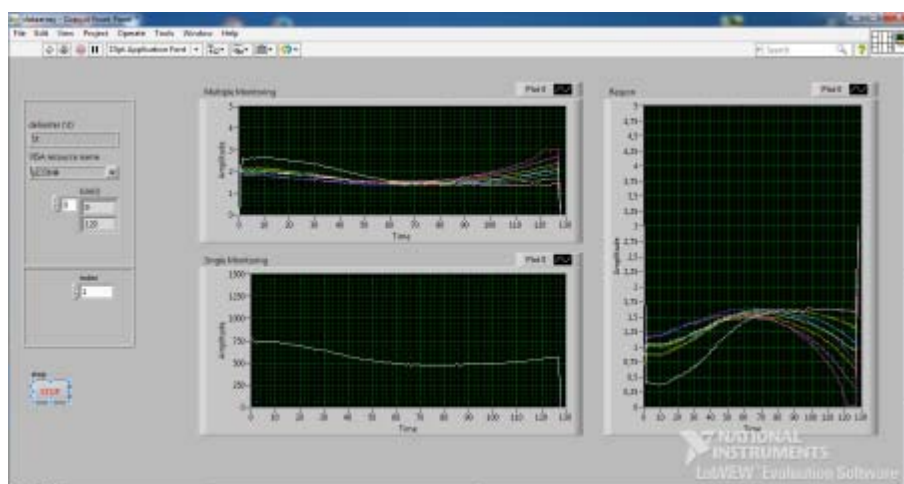
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perangkat yang kami bangun, sinyal SPR hanya muncul sekali sejak sampel larutan berada dalam posisi statis. Dan dalam penelitian ini hanya dibatasi oleh respon Spreeta 2001E terhadap perubahan indeks bias sampel larutan akibat penguapan. Hal ini difokuskan untuk melihat respon perangkat terhadap sample cairan. Perubahan indeks bias sampel larutan ditampilkan di Gambar 2. Hal ini dapat dilihat dengan jelas, bahwa sejak sampel diletakkan statis pada permukaan sensing, terjadi perubahan indeks refraksi, hal ini menandakan proses penguapan.

Dari hasil eksperimen rerata respon yang diberikan, konsentrasi alkohol yang lebih tinggi lebih



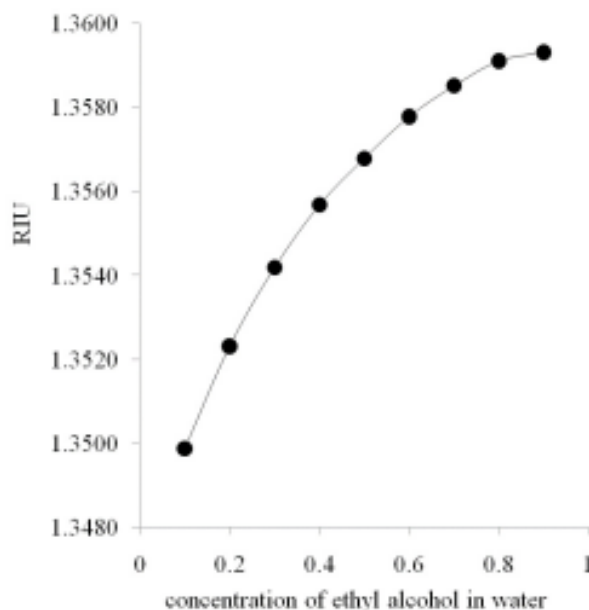
Gambar 1. Diagram Sistem Surface Plasmon Resistor (SPR).



Gambar 2. Tampilan *Ouput* Sensor yang Ditampilkan oleh *LabView*.

stabil dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Indeks bias versus konsentrasi alkohol ditunjukkan pada Gambar 3. Seperti diketahui bahwa indeks bias alkohol dalam air hanya linier pada konsentrasi rendah hingga sekitar 50%, akan tetapi menjadi hampir konstan ketika konsentrasi mendekati 100%. Kami menganggap ini disebabkan oleh proses sensing larutan pada posisi statis. Perangkat yang kami buat memiliki resolusi sekitar 10^{-4} RIU.

oleh suhu sampel, oleh karena itu kami menyarankan pengukuran yang akurat dari suhu harus dilakukan pada ruangan yang terkontrol. Namun, terlepas kalibrasi, karena dalam kimia dan reaksi biokimia, perbedaan indeks bias lebih penting maka secara keseluruhan kami mengklaim bahwa sistem instrumen SPR kami bekerja dengan baik dan siap digunakan untuk mendeteksi reaksi kimia dan sampel reaksi biokimia.



Gambar 3. Indeks Bias Versus Konsentrasi Alkohol

Akhirnya, kami menguji sistem SPR menggunakan campuran dari cairan di atas permukaan sensor, hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi sinyal cairan cukup baik (Gambar 2). Puncak indeks bias pada Gambar 3 mewakili maksimum indeks bias cairan yang digunakan. Beberapa pemberitahuan harus dibuat tentang hasilnya; pertama, untuk mendapatkan indeks bias mutlak, sistem masih memerlukan kalibrasi, karena nilai yang ditentukan dari Spreeta tampaknya membawa kesalahan sistematis ketika dibangun menggunakan konfigurasi elektronika yang ada dipasaran. Bagaimana perangkat SPR ini dapat dikalibrasi menggunakan bahan standar yang memiliki indeks bias yang diketahui. Kedua, tampaknya bahwa pergeseran puncak dipengaruhi

4. KESIMPULAN DAN PENUTUP

Kami telah berhasil membuat sistem SPR menggunakan Spreeta 2001E sebagai sensor SPR dan Arduino nano sebagai sistem akuisi datanya. Sistem ini dapat mendeteksi sinyal SPR dari alkohol pada berbagai konsentrasi dengan resolusi 10^{-4} RIU. Hal ini juga dapat mendeteksi perubahan indeks bias yang disebabkan oleh penguapan dan memiliki kemungkinan untuk mendeteksi perbedaan indeks bias yang disebabkan oleh proses lain seperti reaksi biokimia dalam sampel diletakkan di atas permukaan aktif dari sensor. Dan untuk penelitian selanjutnya akan dibuat bagaimana respon sensor Spreeta 2001E jika dibuatkan sampel yang mengalir dan tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Chinowsky T.M, J.G Quinn, D.U Bartholomew, R Kaiser, J.L Elkind. 2003. "Performance of the Spreeta 2000 Integrated Surface Plasmon Resonance Affinity Sensor". *Sensors and Actuators B: Chemical*, 91, 1-3, pp 266-274.
- J. C.C. Yu, E. P.C. Lai, S. Sadeghi. 2004. "Surface Plasmon Resonance Sensor for Hg(II) Detection by Binding Interactions with Polypyrrole and 2-mercaptobenzothiazole, Surface Plasmon Resonance Sensor for Hg(II) Detection by Binding Interactions with Polypyrrole and 2-Mercaptobenzothiazole". *Sensors and Actuators B*, 101, pp 236-241.
- Chinowsky T. M., , S. D. Soelberg, P. B., N. R. Swanson, P. K., A. Mactutis, M. S. Grow, R. Atmar, S. S. Yee, C. E. Furlong. 2007. "Portable 24-analyte Surface Plasmon Resonance Instruments for Rapid, Versatile biodetection". *Biosensors and Bioelectronics*, 22 2268-2275.
- J R Son, G Kim, A Kothapalli, M T Morgan and D Ess. 2007. "Detection of Salmonella enteritidis Using a Miniature Optical Surface Plasmon Resonance Biosensor". *J. Phys.: Conf. Ser.*, 61, 1086.
- Mary A Arugula and Aleksander Simonian. 2014, "Novel trends in affinity biosensors: current challenges and perspectives". *Meas. Sci. Technol.* , 25, 032001.
- Chinowsky T. M. 2000. "Optical Multisensor Based On Surface Plasmon Resonance". Ph.D Dissertation, University of Washington, MI 48106-1346, USA.