

ABSTRAC AND EXECUTIVE SUMMARY

Hibah Penelitian 2014



**Pengembangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Untuk Persiapan
Sampel On-Line Menggunakan Analisis Sekuensial-Injection untuk
Monitoring Produksi Alkohol**

Tahun 1 dari 3 Tahun

Oleh

Ketua: Tri Mulyono, S.Si, M.Si, NIDN 002106809

Anggota: Asnawati, S.Si, MSi, NIDN 0014086809

UNIVERSITAS JEMBER

MARET 2015

Pengembangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Untuk Persiapan Sampel On-Line Menggunakan Analisis Sekuensial-Injection untuk Monitoring Produksi Alkohol

Tri Mulyono), Asnawati**)*

*) Staff Pengajar Kimia FMIPA Universitas Jember

***) Staff Pengajar Kimia FMIPA Universitas Jember

Author address : aztrimulyono@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to design software (software) and hardware (hardware) that was developed for the implementation of the initial treatment of microwave-assisted sample on-line in automated sequential injection analysis system for bioprocess monitoring the production of alcohol. Real time monitoring on bioprocess is to keep the performance of mushrooms (fungi) that optimizes the fermentation process, so that the optimal production of alcohol persists. The system will be fully developed analysis with conventional tools available in the analytical laboratory. In the first year we have made software (software) based on Labview and hardware (hardware) in the form of a syringe pump (syringe pump) which allows for aspirating automatic sample and reagent.. The syringe pump consists of a motor driving the piston in the syringe and microcontroller Arduino Uno as the motor motion controller which is connected to the PC via the USB port. Besides, it has also made alcohol measurement system using alcohol sensors in real time that can be used as a breather-analyzer is connected to the PC. These results need to be integrated with the manufacture of the port selector valve to the selection of reagent or solvent which is the heart of the AIS system. Making selector valve will be done at the next stage of the research II.

Key word : SIA, bioproses, syringe pump dan alcohol

Pengembangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Untuk Persiapan Sampel On-Line Menggunakan Analisis Sekuensial-Injection untuk Monitoring Produksi Alkohol

Tri Mulyono*), Asnawati**)

*) Staff Pengajar Kimia FMIPA Universitas Jember

***) Staff Pengajar Kimia FMIPA Universitas Jember

Author address : aztrimulyono@yahoo.com

RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah merancang perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware) yang dikembangkan untuk implementasi perlakuan sampel awal yang dibantu mikrowave *on-line* dalam microwave dalam sistem analisis suntik sekuensial otomatis (SIA= sequential-injection analysis) untuk monitoring bioproses produksi alkohol. Pemantauan secara *real time* pada bioproses (fermentasi) ini untuk mempertahankan agar kinerja jamur (fungi) tetap optimal dalam proses fermentasi, sehingga produksi alkohol tetap berlangsung optimal. Sistem analisis ini sepenuhnya akan dikembangkan dengan peralatan konvensional yang tersedia di laboratorium analitis. Pada **tahun pertama** telah dibuat perangkat lunak (*software*) berbasis Labview dan perangkat keras (*hardware*) berupa *syringe pump* (pompa suntik) otomatis yang memungkinkan untuk mengaspirasi (menyedot) sampel dan reagen.. Pompa syringe ini terdiri dari motor penggerak piston pada syringe dan microcontroller Arduino Uno sebagai pengendali gerakan motor yang terhubung ke PC melalui port USB. Disamping itu telah dibuat pula sistem pengukuran alkohol dengan menggunakan sensor alkohol secara real time yang bisa digunakan sebagai *breather-analyzer* yang terhubung dengan PC. Hasil ini perlu diintegrasikan dengan pembuatan selektor port katup untuk pemilihan reagen atau pelarut yang merupakan jantung dari sistem SIA. Pembuatan selektor katup ini akan dilakukan pada penelitian tahap selanjutnya yaitu tahun II.

Kata Kunci : SIA, bioproses, syringe pump dan alkohol.

EXECUTIVE SUMMARY

LATAR BELAKANG

Monitoring secara langsung (*Real Time*) pada bioproses berguna untuk menjaga agar proses fermentasi tetap berjalan optimal sehingga konsentrasi suatu produk dan metabolit pada level yang tepat, yang mengarah ke peningkatan produksi biomassa. Selain itu, dapat digunakan ketika deteksi dan kuantifikasi produk seluler yang menjadi minat ilmiah atau kinetika pertumbuhan sel, perlu dipantau secara *real time* (J.C. MASINI, *at.all*, 2001). Untuk pemantauan bioproses industri, sensor kimia telah dikembangkan, tetapi untuk kebanyakan analit khusus alkohol belum ada sensor yang tepat, atau sensor tersebut tidak cukup kuat untuk diterapkan dalam lingkungan pabrik. Pada bioproses dalam banyak kasus lapisan penginderaan bagian sensor tidak tahan terhadap langkah sterilisasi dalam autoklaf. Ketika pemantauan *in situ* tidak ada sensor yang tersedia, analisis injeksi alir (FIA) telah terbukti menjadi cara yang layak untuk melakukan monitoring atau analisis kimia nutrisi *on-line* dan metabolit dalam fermentasi dengan menyampling media melalui filter tangensial yang dapat disterilkan. Kelemahan dari sistem FIA adalah kompleksitas manifold, bagian masing-masing reagen, standar, pengencer, dan lain-lainnya, membutuhkan saluran aliran terpisah, sehingga prosedur analisis dan kalibrasi sering dilakukan. Selain itu, jika kondisi yang berbeda dari analisis yang diperlukan, seperti peningkatan sensitivitas, atau pengenceran yang luas, manifold harus dilakukan pengaturan mekanis ulang.

Injeksi Analisis Sequential (SIA) adalah lebih pengembangan lebih lanjut FIA, diusulkan oleh Ruzicka dan Marshall (1990) sebagai teknik analisis aliran kompleks yang akan memenuhi persyaratan untuk kontrol proses industri, dengan kebutuhan minimal untuk pemeliharaan dan kalibrasi ulang. Sistem yang asli terdiri dari pompa jarum suntik yang dihubungkan dengan pipa (tubing) kumparan ke port umum dari kanal katup multi-port. Port umum dapat mengakses masing-masing salah satu port lain dengan aktuasi listrik, yang terhubung ke reagen, sampel, standar, reaktor tambahan dan detektor. Sistem ini seluruhnya dikontrol oleh komputer dan atas dasar operasi di mana program yang sesuai mengaspirasi secara berurutan sampel dan reagen ke dalam kumparan tubing. Dengan membalikkan aliran, zona campuran didorong melalui koil reaksi menuju detektor dan dibuang. Volume cairan

pembawa, sampel dan reagen dikendalikan oleh waktu yang tepat dari pompa gerakan dengan menghemat sampel dan reagen, serta meminimalkan akumulasi residu beracun.

Terkait dengan pengembangan analisis otomatis, analisis injeksi (SIA) telah menjadi analisis alternatif yang berguna untuk otomatisasi prosedur analitis (Fang, Z. 1993). Teknik ini memerlukan volume rendah sampel dan reagen dan ditandai dengan akurasi yang cocok, presisi, dan frekuensi analitis. Semua langkah dari prosedur analitis kecuali untuk persiapan sampel ditingkatkan mengadopsi strategi otomatis. Saat ini, fokusnya adalah pada otomatisasi persiapan sampel dalam sistem aliran. Hal ini jelas bahwa meskipun semua kemajuan dalam instrumentasi modern, persiapan sampel tetap menjadi kelemahan dari prosedur analitis. Bahkan prosedur mikrowave modern dibatasi oleh jumlah kanal saluran reagen dan sampel yang dapat digunakan secara bersamaan [12]. Salah satu alternatif yang menarik yang perlu mendapatkan perhatian adalah menggabungkan kapasitas sistem aliran untuk manajemen larutan dan energi microwave untuk pemanasan cepat reaktor on-line, baru-baru ini ditunjukkan dalam dua publikasi yang melibatkan aliran sistem otomatis untuk monitoring dan analisis bioproses (Oliveira, 1998).

Penggunaan strategi pengendalian proses menggambarkan pergeseran signifikan pemikiran dari para insinyur yang menangani banyak kontrol bioproses. Peningkatan tekanan pada manufaktur industri kimia untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dari bioproses dalam hal cara ekonomis dan ramah lingkungan yang dapat diterima telah meningkatkan persyaratan untuk mempertahankan kontrol ketat kondisi pabrik di seluruh bioproses produksi.

Instrumentasi canggih fasilitas laboratorium sepertinya tidak mungkin cocok untuk lingkungan manufaktur, dan karenanya, sistem berdedikasi dan handal menawarkan ketergantungan jangka panjang harus dikembangkan. Permintaan untuk mekanis sederhana dan kuat, metodologi injeksi alir telah menjadi kekuatan pendorong dalam mengembangkan teknik injeksi sekuensial (SIA). Karena kesederhanaan manifold SI dan kebutuhan rendah akan pemeliharaan membuat teknik ini menjadi sebuah alat yang ideal dalam analisis bioproses. Ketika miniaturisasi dan pengurangan reagen konsumsi juga merupakan tujuan akhir dalam penginderaan kimia, maka hal ini berguna untuk melakukan *cara inovatif* untuk penggunaan injeksi gabungan dan aliran terprogram sebagai isu sentral dalam merancang sensor kimia dan penyederhanaan alat analisis kimia secara struktural.

PRINSIP OPERASI DAN KOMPONEN SIA

Volume sampel dalam manifold FIA konvensional dimasukkan ke dalam aliran pembawa dan aliran hilir kemudian bergabung dengan reagen. Namun, SIA adalah suatu teknik alir yang sepenuhnya otomatis yang berdasarkan aspirasi berurutan volume tepat dari sampel dan reagen dalam kumaran *holding*, yang kemudian terdispersi ke kumaran reaksi dengan pembalikan aliran. Sebagai konsekuensi dari operasi sekuensial dan terputus-putus, frekuensi injeksi serta konsumsi reagen dan sampel jelas berkurang dibandingkan dengan FIA.

Sistem SIA paling dasar terdiri dari pompa otomatis dua arah atau jarum suntik, katup pemilihan I, reaktor dan penahan coil, sistem deteksi, dan akhirnya komputer yang mengontrol fungsi masing-masing komponen. Sistem SIA awalnya diisi dengan aliran pembawa di mana zona sampel dan zona reagen (s) secara berurutan disedot ke dalam kumaran *holding*. Dengan cara ini, setumpuk zona yang jelas diperoleh. Dengan cara pembalikan aliran, zona komposit terbentuk dalam kumaran pemegang, sebagai zona sampel dan reagen saling menembus, karena profil parabola yang disebabkan oleh perbedaan antara kecepatan aliran arus yang berdekatan dan dikombinasikan dispersi aksial dan radial.

Pembalikan aliran dan laju alir lebih meningkatkan pencampuran. Kemudian Katup multiposition beralih ke posisi detektor, dan arah aliran terbalik, dengan mendorong gabungan zona sampel / reagen melalui sistem deteksi, dimana produk reaksi dipantau (Ruzicka, J. 1991). Manifold yang paling dasar SIA yang disebutkan di atas akan dijelaskan secara singkat berikut.

METODOLOGI

TAHUN I

- a. Mendisain Pompa Syringe Automatis*
- b. Membuat software*
- c. Sinkronisasi software dan Hardware*
- d. luaran tahunan I*

Luaran penelitian yang diharapkan pada tahun pertama

1. Artikel ilmiah (Jurnal Terakreditasi)
2. Prototype pompa Syringe

TAHUN 2

- a. Mendisain Valve multiport
- b. Membuat software
- c. Sinkronisasi software dan Hardware

TAHUN 3

- a. Integrasi Antara Syringe dan Valve multiport
- b. Uji Kelayakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Bagian elektronik

Driver motor yang digunakan dalam pembuatan syringe pump adalah *Embedded Module Series (EMS) 5 A H-Bridge*. Modul ini merupakan *driver* H-Bridge yang didisain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 5 A pada tegangan 5 Volt sampai 40 Volt. Modul ini juga dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu men-*drive* beban-beban induktif motor DC *gear box* untuk menggerakkan piston pada syringe.

Tabel 1. Bagian-bagian modul H-Bridge dan fungsinya

No. Pin	Nama	I/O	Fungsi
1	MIN1	I	Pin input untuk menentukan output MOUT 1
2	MIN2	I	Pin input untuk menentukan output MOUT 2
3	MSTAT1	O	Output digital yang melaporkan adanya kondisi <i>fault</i> pada modul. Berlogika Low jika ada <i>fault</i> pada modul atau output
4	MEN I	I	Pin <i>enable</i> untuk output H-Bridge (MOUT 1 dan MOUT 2)
5	MCS	O	Output tegangan analog yang berbanding lurus dengan arus beban (<i>Range</i> output 0 – 2,5 Volt)
6	MSLP	I	Pin input untuk mengatur kerja modul H-Bridge Diberi logika High untuk <i>Full Operation</i> , diberi logika Low untuk <i>Mode Sleep</i>
7,9	VCC	-	Terhubung ke catu daya untuk input (5 Volt)

8,10	PGND	-	Titik referensi untuk catu daya input
------	------	---	---------------------------------------

b. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

c. Pumpa syringe

Syringe pump merupakan salah satu peralatan SIA yang berfungsi untuk memasukkan cairan sampel ke dalam tubing selama jangka waktu tertentu secara teratur. Pada dasarnya pada syringe pump terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian pengatur laju motor (pendeteksi rpm), rangkaian komparator, dan rangkaian sinyal referensi.

Motor akan berputar untuk menggerakkan spuit merespon sinyal yang diberikan oleh rangkaian pengendali motor, tetapi putaran motor itu sendiri tidak stabil sehingga perubahan-perubahan itu akan dideteksi oleh rangkaian pendeteksi rpm. Sinyal yang didapat dari pendeteksi rpm akan dibandingkan dengan sinyal referensi, dimana hasil dari perbandingan tersebut akan meredakan ketidakstabilan motor. Motor akan mengurangi lajunya jika perputarannya terlalu cepat dan sebaliknya akan menambah kecepatan jika perputarannya terlalu pelan sehingga didapatkan putaran motor yang stabil.

Syringe pump didesain agar mempunyai ketepatan yang tinggi dan mudah untuk digunakan. Syringe pump dikendalikan dengan mikro computer dan dilengkapi dengan system alarm yang menyeluruh.

b. Software

Software yang dibuat berfungsi untuk :

1. Mengontrol gerakan motor pada syringe

Gerakan motor yang dikontrol adalah gerakan maju untuk mendorong cairan ke luar dari syring dan gerakan mundur reversibel untuk menghisap sampel masuk ke dalam syringe seperti yang dijelaskan pada tabel kebenaran. Sedang switch untuk pengaturan keluar masuk cairan diatur dengan three way valve yang juga

dikendalikan oleh PC lewat mikrokontroler. Switch ini menggunakan elektromekanik dengan solenoid.sebagai pengarah aliran.

2. Pembacaan sinyal yang berasal dari sensor alkohol.

Pembacaan jumlah alkohol dalam fasa gas yang berada di udara direspon oleh sensor alkohol. Pembacaan sinyal secara real time bisa diamati pada layar monitor PC/laptop. Pada kali ini belum dilakukan kalibrasi sensor alkohol. Kalibrasi ini akan dilakukan pada tahun berikutnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa:

- a. Telah berhasil dibuat hardware dan software untuk mengendalikan motor penggerak pada syringe pump
- b. Pembacaan respon sensor alkohol memberikan respon yang positif dan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abate, G., dos Santos, L.B.O., Colombo, S.M. & Masini, J.C. (2006). *J. Braz. Chem. Soc.* 17, 491-496
- Adcock, J.L., Francis, P.S., Agg, K.M., Marshall, G.D. & Barnett, N.W. (2007). *Anal. Chim. Acta* 600, 136-141
- Cladera, A., Tomàs, C., Gómez, E., Estela, J. M. & Cerdà, V. (1995). *Anal. Chim. Acta* 302, 297-308.
- Fang, Z. 1993, "Flow Injection Separation and Preconcentration", VCH Publishers: New York,.
- Gates, S. C.; Becker, (1989) ,"J. Laboratory Automation Using the IBM_ PC" ; Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ,
- Hansen, E.H. & Wang, J. (2005). *Anal.Lett.* 37, 345-359.
- Ivaska, A. & Ruzicka, J. (1993). *Analyst* 118, 885-889
- J.C. MASINI*, M. RIGOBELLO-MASINI,, A. SALATINO and E. AIDAR, (2001), "Bioprocess Monitoring By Sequential Injection Analysis", 31:463-468
- Kingston, H. M.; Haswell, (1997) S. J., eds. *Microwave Enhanced Chemistry: Fundamentals and Applications*; Washington DC: American Chemical Society,
- Krug, F.J., Bergamin Filho, H. & Zagatto, E.A.G. (1986). *Anal. Chim.Acta* 179, 103-118
- Kubán, V. (1992). *Crit. Rev.Anal.Chem.* 23, 15-53
- Luque de Castro, M.D. (1992). *Microchim. Acta* 109, 165-168
- Oliveira, C. C.; Zagatto, E. A. G.; Arau' djo, A. N.; Costa Lima, J. L. F. (1998), "Anal Chim Acta", 371, 57.
- Pollema, C.H., Ruzicka, J., Christian, G.D. & Lemmark, A. (1992). *Anal. Chem.* 64, 1356-1361.
- Prados-Rosales, R.C., Luque-García, J.L. & Luque de Castro, M.D. (2002). "Anal.Chim. Acta", 461, 169-180.
- Ruzicka, J., and G.D. Marshall, (1990), "Sequential Injection: A new concept for chemical sensors, process analysis and laboratory assays," *Anal. Chim. Acta* **237**, 329-343.