

## Perancangan Dan Pembuatan Peralatan Simulasi Proses Dengan Fluida Kerja Air Menggunakan Kendali *Programmable Logic Controller*

Fadhil Akbar, Tono Sukarnoto, Soeharsono

Institusi Laboratorium Kontrol & Otomasi Industri Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Trisakti

Gedung FG Kampus A Jl Kiai Tapa no 1 Jakarta 11440  
tsukarnoto@trisakti.ac.id, tsukarnoto@yahoo.com

### Abstrak

Makalah kelompok mekanika terapan ini membahas perancangan dan pembuatan peralatan simulasi proses dengan fluida kerja air. Tujuannya adalah sebagai media pembelajaran dalam pembuatan otomasi proses yang melibatkan cairan sebagai benda kerja dalam skala laboratorium dengan biaya yang cukup terjangkau. Direncanakan terdapat tiga tahapan proses, dimulai dari pencampuran dua cairan, pemanasan dan penakaran. Kedua macam cairan menggunakan air tawar, untuk penampung digunakan 3 buah tangki sedangkan pemindahan cairan antar tangki menggunakan pompa rendam. Proses pencampuran dilakukan dengan mengisi tangki 3 dengan cairan pertama dilanjutkan dengan cairan kedua, pengaturan volume diukur dari level cairan. Proses pemanasan dilakukan dengan pemanas air listrik jenis resistif. Proses penakaran (batching) dilakukan dengan mengisi tabung sesuai level cairan yang ditentukan kemudian cairan dipompa keluar dan ditampung pada kemasan. Buka tutup aliran fluida dilakukan dengan pompa yang dilengkapi *check valve* untuk mencegah aliran balik. Putraman (2009) menggunakan katup solenoid untuk membuka tutup aliran fluida pada proses penakaran. Sebagai pengendali digunakan *programmable logic controller* (PLC) dengan bahasa pemrograman *function block diagram* (FBD). Pendeteksian volume tangki menggunakan *limit switch* yang dihubungkan dengan pelampung. Sensor temperatur menggunakan termokopel yang dihubungkan dengan input analog PLC. Sedangkan pendeteksian level pada proses penakaran menggunakan sensor *photoelectric* yang dikombinasi dengan pelampung. Setelah dilakukan beberapa perbaikan sistem aliran air, keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan rencana. Sebagai catatan, siklus waktu yang diperlukan untuk pengisian kemasan pada proses penakaran adalah 6,65 detik.

**Keywords:** PLC, otomasi, simulasi, proses fluida, *function block diagram*

### Pendahuluan

Otomasi industri saat ini telah berkembang pesat bahkan sampai ke peralatan yang sederhana sekali pun. Untuk memberikan gambaran nyata aplikasi otomasi pada proses yang menggunakan cairan sebagai benda kerja maka dibuatlah set-up peralatan yang dapat menunjukkan proses tersebut dalam skala laboratorium. Sebagai pengendali digunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) yang mempunyai banyak keunggulan dibandingkan sistem koil – relay, sedangkan fluida kerja menggunakan air tawar.

Pada industri otomasi saat ini penggunaan papan elektrik telah tergantikan dengan penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC). Penggunaan papan elektrik ini membutuhkan banyak sekali relai untuk membuat supaya sistem bekerja. Salah satu masalah yang mungkin timbul adalah jika salah satu relai rusak maka secara otomatis proses produksi akan berhenti dan hanya

akan dapat dijalankan lagi jika relai tersebut telah selesai diperbaiki. (Irzam, Harmein. 2008)

### Function Block diagram (FBD)

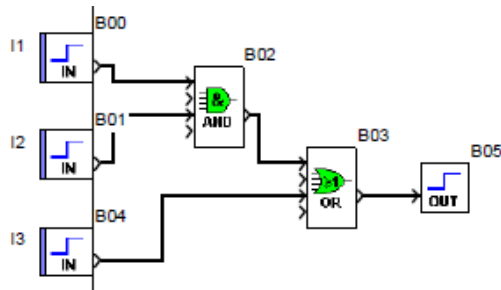
Bahasa pemrograman pada PLC dapat berupa *instruction list*, *ladder diagram* (LD), *function diagram* dan Graficet (Mandado, 1996).

*Function diagram* atau selanjutnya disebut *Function Block diagram* (FBD) adalah bahasa simbolik dengan fungsi logik digambarkan dalam bentuk diagram blok (Gambar 1). Simbol – simbol dalam diagram ini mengadopsi dari International Electrotechnical Commission (IEC).

Dibandingkan dengan LD, FBD mempunyai beberapa kelebihan. Penulisan simbol logik FBD lebih ringkas. Penyusunan dan pembacaan program FBD relatif lebih mudah karena langsung menggunakan simbol logik dan tidak perlu mencari susunan relai yang sesuai dengan program tersebut serta tidak perlu identifikasi output internal (Sukarnoto, 2007).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan model peralatan

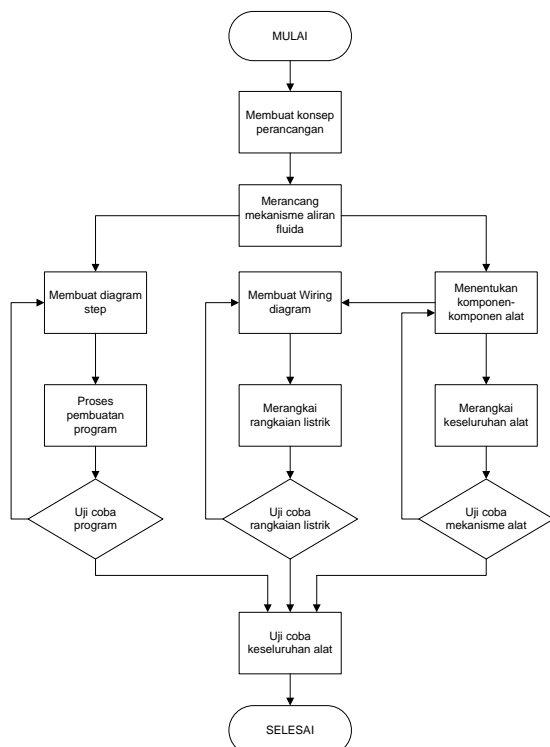
otomasi yang menggunakan air sebagai benda kerja dengan tiga tahapan proses yaitu pencampuran, pemanasan dan penakaran (batching). *Set-up* peralatan dibuat dalam skala laboratorium dan pemilihan komponen dengan biaya terjangkau.



Gambar 1. Contoh *function block diagram*.

### Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putraman (2009). Dengan mempelajari hasil penelitian tersebut dilakukan pengembangan untuk menghasilkan sistem yang lebih baik. Tahapan penelitian dimulai dengan membuat konsep perancangan, merancang mekanisme aliran fluida, selanjutnya dilakukan pemilihan komponen dan material, perakitan, pemrograman dan pengujian. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Kegiatan penelitian ini dilakukan di laboratorium Kontrol dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

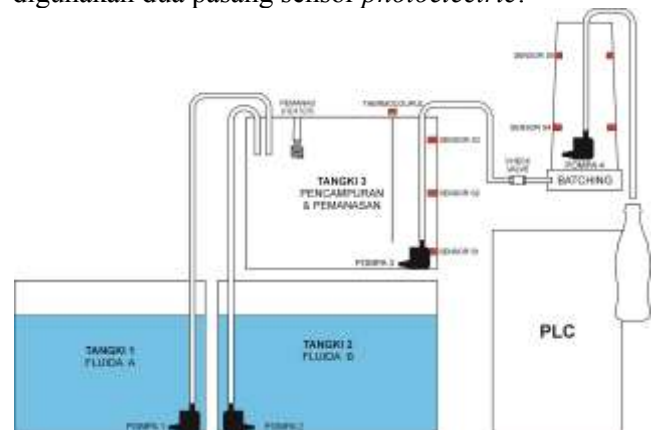
### Bagian-bagian dan Urutan Kerja Alat

Peralatan yang dibuat tersusun dari tiga tangki, dua tangki sebagai sediaan cairan A dan B, serta satu tangki pencampur sekaligus untuk pemanasan (Gambar 3). Selain itu ada peralatan penakar (batching) di akhir proses dan PLC sebagai pengendali.

Urutan kerja dimulai dari pengisian tangki 1 dan 2 masing – masing berisi cairan A dan B sebagai sediaan, dilanjutkan dengan pencampuran dan pemanasan pada tangki 3. Volume cairan yang masuk dideteksi dari ketinggian permukaan cairan. Langkah berikutnya adalah pemanasan sampai mencapai temperatur tertentu. Proses berikutnya adalah penakaran (batching) dan cairan hasil proses diisikan ke dalam kemasan.

### Komponen

Untuk memindahkan cairan digunakan pompa rendam sebanyak 4 unit. Jenis pompa adalah pompa akuarium dengan kapasitas maksimum 1200 l/jam. Pengukuran level cairan pada tangki dideteksi dengan *limit switch* yang dihubungkan dengan pelampung. Pemanas menggunakan elemen pemanas resistif dan temperatur pemanasan dideteksi menggunakan termokopel tipe K. Untuk mendeteksi level cairan pada tabung *batching* digunakan dua pasang sensor *photoelectric*.



Gambar 3. Set up peralatan yang dirancang dan dibuat.

Sebagai pengendali digunakan PLC berupa *smart relay* tipe SR3B261BD dengan perangkat lunak Zeliosoft versi 2.4.1, dengan dua pilihan bahasa pemrograman, *ladder* atau FBD. Pada FBD terdapat pula opsi *Gracfet* berupa *Sequential Function Chart* (SFC) di dalamnya. Suplai daya listrik menggunakan arus DC 24 V dan AC 220 V untuk pompa dan pemanas.

### Hasil dan Pembahasan

Setelah peralatan dirakit lengkap dengan rangkaian elektriknya kemudian dibuatlah program dengan bahasa FBD. Pembuatan program dimulai dengan membuat diagram alir urutan proses, membuat diagram step dan pemrograman. Pada sistem ini terdapat dua jenis input ke PLC yaitu analog dan digital. Kecuali input dari

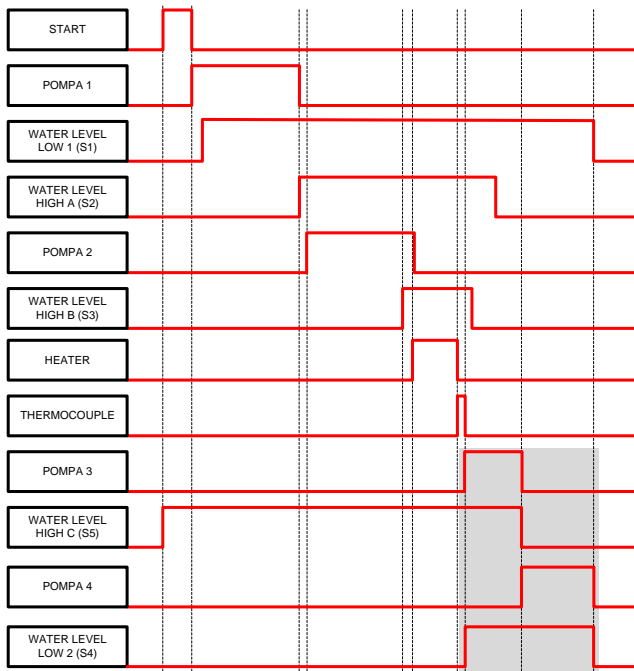
termokopel, semuanya dihubungkan ke input digital.

Pada dasarnya *smart relay* ini dapat digunakan untuk rentang tegangan sampai dengan 240 V AC, namun dengan pertimbangan keamanan bagi pengguna, seluruh input dan output PLC menggunakan arus listrik DC 24 V. Untuk mengaktifkan pompa dan pemanas yang memerlukan tegangan 220V digunakan relai sebagai perantara dari output PLC.

Diagram step untuk tahapan proses pada alat ini ditunjukkan pada Gambar 4. Ada pun program FBD yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 5.

Target temperatur pemanasan ditetapkan 100 °C pada permukaan pipa elemen pemanas. Temperatur ini adalah yang terendah yang dapat dideteksi oleh input analog PLC mengingat tegangan terkecil yang dapat dideteksi adalah 1 V. Untuk bisa mendeteksi temperatur lebih cermat perlu dilakukan penguatan output termokopel.

Dalam pengujian siklus waktu untuk pengisian satu gelas kemasan adalah 6,65 detik. Keseragaman volume cairan yang keluar cukup baik, hal ini dapat dilihat secara visual dari level cairan pada gelas kemasan.



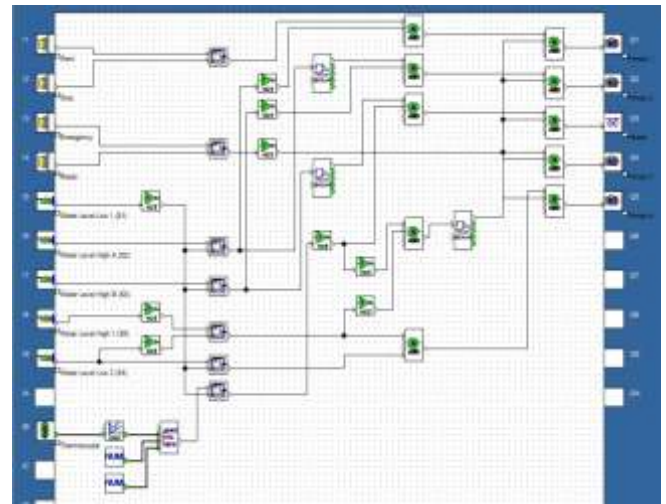
Gambar 4. Diagram step proses keseluruhan.

### Proses Batching

Putraman (2009) menggunakan katup solenoid untuk mengatur aliran pada proses *batching*. Kelemahannya adalah aliran air keluar dari katup kecil karena tekanan pompa terbatas. Mengatasi hal ini pengisian tabung *batching* dilakukan oleh pompa pada tangki 3 (pencampuran dan pemanasan) dikombinasikan dengan *check valve*

yang dipasang sebelum tabung *batching* untuk mencegah aliran balik.

Untuk mempersingkat waktu siklus proses *batching*, sebuah pompa rendam ditempatkan di dalam tabung *batching* dan keluarannya dialirkan melalui pipa dari bagian atas tabung. Pengaturan volume takaran dilakukan dengan mengatur beda ketinggian 2 pasang sensor *photoelectric*. Pompa *batching* hidup setelah cairan mencapai level atas dan mati setelah cairan berkurang sampai level bawah, pada saat itu juga dimulai pengisian kembali tabung *batching*. Proses berulang sampai persediaan cairan di tangki 3 mencapai level minimum.



Gambar 5. Program FBD.



Gambar 6. Komponen pada proses *batching*.

Untuk mengaktifkan sensor *photoelectric* dipasang pelampung yang akan menutup pancaran sinar dari masing-masing pasangan sensor. Gambar 6 menunjukkan komponen pada proses *batching*.

Karena tidak menggunakan sistem buka tutup katup, di akhir proses pengisian terjadi tetesan sisa cairan setelah pompa mati, tetapi karena pengisian ulang tabung *batching* relatif singkat tetesan tersebut menjadi tidak berarti.

Schneider Electric, Zeliosoft versi 2.4.1 Complete Tutorial

## Kesimpulan

Hasil pemrograman FBD dan seluruh komponen pada peralatan yang dibuat telah berfungsi sesuai dengan yang direncanakan dan dapat mensimulasikan kerja proses dengan benda kerja cairan.

Penggunaan pompa rendam cukup memadai untuk peralatan ini dan secara signifikan mengurangi biaya pembuatan.

Kinerja proses, siklus waktu pengisian kemasan pada proses *batching* memakan waktu 6,65 detik dan dalam satu kali pencampuran dapat dilakukan pengisian kemasan sebanyak 32 kali.

## Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti, yang telah membiayai sebagian kegiatan penelitian ini melalui skema dana fakultas untuk proposal berjudul “Rancang Bangun Model Miniplant dengan Benda Kerja Cairan” tahun akademik 2011/2012.

## Referensi

Irzam, Harmein. Dasar Robotika. Erlangga Jakarta (2008).

Mandado, E et al. Programable Logic Devices and Logic Controllers, Prentice Hall, G Britain (1996)

Sukarnoto, Tono dan Soeharsono, Sistem Pemindah dengan kendali Smart Relay pada Acyd Cyclic Machine. Prosiding Seminar on Application and Research in Industrial Technology, Wisma MM UGM 28 November (2007)

Putraman, Ari Citra, Sistem Sirkulasi dan Pemanasan Air dengan Kendali PLC Menggunakan Bahasa Pemrograman FBD, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti, Jakarta (2009)