

APLIKASI PLC DALAM SIMULASI PROSES PENCUCIAN FILM RADIOGRAFI

SUDIONO, SUROSO, RORO HETTY R.

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN YOGYAKARTA

ABSTRACT

APLIKASI PLC DALAM SIMULASI PROSES PENCUCIAN FILM RADIOGRAFI. Telah dilakukan penelitian untuk menerapkan Programmable Logic Controller (PLC) dalam simulasi proses pencucian film radiografi. PLC yang digunakan adalah PLC merk OMRON Sysmac series CPM1A dengan bahasa pemrograman Ladder diagram yang menggunakan program Syswin 3.4. Pada pengujian menggunakan simulasi lampu led dan dapat diketahui bahwa pencucian film pada larutan developer berhasil dilakukan yaitu dengan waktu 1020 bcd atau 1,7 menit dalam waktu sebenarnya, selanjutnya pencucian film pada larutan stopbath dengan waktu 510 bcd atau 0,85 menit dalam waktu sebenarnya, pencucian dilarutan fixer dengan waktu 2040 bcd atau 3,4 menit dalam waktu sebenarnya sedangkan pencucian di air dengan waktu 2400 bcd atau selama 4 menit dalam waktu sebenarnya. Penelitian yang bertujuan untuk menerapkan PLC dalam proses pencucian film radiografi berhasil dilakukan. Akan tetapi penelitian ini belum dapat diterapkan dalam proses pencucian film radiografi sebenarnya dan dipakai sebagai prototype alat pencuci film radiografi.

Kata kunci : PLC, motor dc, film radiografi, led

ABSTRACT

APPLICATION OF PLC IN SIMULATION WASHING RADIOGRAPHY FILM PROCESS. The research done to implement the Programmable Logic Controller (PLC) in the simulation washing process the radiography film. PLC used is brand OMRON PLC series Sysmac CPM1A with Ladder diagram programming language that uses the program Syswin 3.4. Test were conducted with simulation and LED lights can be seen that washing the film in the developer solution is successfully carried out by the time 1020 BCD or 1.7 minutes in real time, then washing the film in stopbath solution with time 510 BCD or 0.85 minutes in real time. Washing in fixer solution with time 2040 BCD or 3.4 minutes in real time while washing in water with time during the 2400 BCD or 4 minutes in real time. The research which aims to implement the PLC in the washing process radiograph done successfully. But this research can not be applied in the actual washing process radiograph and was used as a prototype washing process the radiography film.

Keywords: PLC, dc motor, radiographic films, led

PENDAHULUAN

Rancang bangun teknologi memegang peran penting dalam sistem kontrol atau kendali. Sistem kontrol yang digunakan di pabrik maupun laboratorium pada berbagai macam industri barang maupun jasa menggunakan be-

berapa jenis basis kontroler. Sistem pengendalian dan pengontrolan berbasis Programmable Logic Controller (PLC) akhir-akhir ini sedang dikembangkan seiring dengan tuntutan industri. PLC sebagai salah satu basis sistem kontrol perlu dikenalkan pada penyediaan sumber

* Corresponding author. Tel/Fax: (0274) 48085
Email address: -

daya manusia teknologi nuklir, salah satunya berhubungan dengan bidang radiografi.

PLC muncul untuk memenuhi kebutuhan akan fleksibilitas sistem kontrol dalam menanggapi perubahan sistem serta kebutuhan akan kepraktisan pengoperasian sistem kontrol. PLC merupakan sistem kontrol berbasis komputer, berupa sebuah komputer mini yang dapat diprogram untuk mengolah masukan dan mengeluarkannya melalui terminal keluaran sesuai yang diharapkan. Dengan PLC, perubahan sistem dilakukan hanya dengan mengubah program yang ada di dalamnya. Program dibuat dan dimasukkan oleh operator melalui unit masukan berupa console atau PC (*Personal Computer*)^[1].

Radiografi industri merupakan salah satu metode dalam bidang NDT (*Non Destructive Test*) atau uji tak rusak yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan (*defect*) atau diskontinuitas internal dari suatu sambungan las pada benda uji (*welded joints*). Radiografi memanfaatkan ionisasi dari sumber radiasi berupa sinar-x atau gamma, untuk mengionisasi film sehingga menghasilkan pencitraan dari struktur benda uji. Film radiografi merupakan citra fisik yang menunjukkan distribusi materi atau energi dari radiasi pengion dimana radiasi pengion menghitamkan film. Tingkat kehitaman merupakan wujud dari densitas benda uji, sedangkan bentuk dari struktur benda uji ditunjukkan dengan bentuk citra yang nampak dalam film^[2].

Perkembangan teknologi dewasa ini membuat sistem kontrol dalam proses pencucian film radiografi secara otomatis. Sehingga dibutuhkan suatu rancangan tempat/wadah untuk proses pencucian film dan suatu kontrol sistem untuk memudahkan proses pencucian film radiografi tersebut. Sistem kontrol ini menggunakan PLC jenis OMRON. PLC ini mempunyai komponen utama seperti bagian masukan yang terdiri dari sensor infra merah dan photo diode. Dalam pemrograman PLC terdapat 2 macam yaitu bahasa pemrograman diagram ladder *sysmac* dan kode mnemonik.

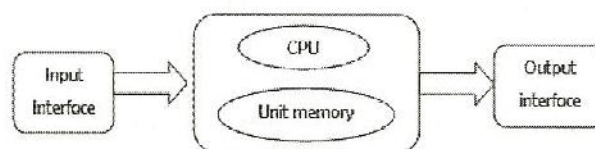
Dalam proses pencucian film (secara manual) merupakan aktivitas basah yang meliputi *developing*, *stopping*, *fixing*, dan *washing*. Kegiatan ini dilakukan pada tempat yang terpisah dari pembongkaran film untuk menghindari terperciknyanya larutan pada screen dan film, selanjutnya pemrosesan film tersebut harus memperhatikan waktu. Dan pemrograman sistem kontrol PLC dalam proses film radiografi ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pencucian film. Pemrograman PLC yang digunakan menggunakan pemrograman bahasa ladder. Sehingga diharapkan, proses pencucian film yang biasa digerakkan manual dapat dijalankan secara otomatis^[2].

DASAR TEORI

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan kendali terprogram berupa piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi-

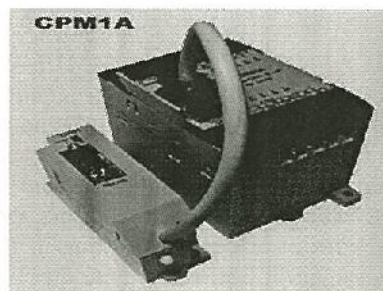
fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi aritmatika, dan fungsi yang lainnya dengan cara memrogramnya. Program-program dibuat kemudian dimasukkan dalam PLC melalui programmer/monitor. Pembuatan program dapat menggunakan komputer sehingga dapat mempercepat hasil pekerjaan. Fungsi lain pada PLC dapat digunakan untuk memonitor jalannya proses pengendalian yang sedang berlangsung, sehingga dapat dengan mudah dikenali urutan kerja proses pengendalian yang terjadi pada saat itu^[6].

Struktur dasar PLC seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Selama prosesnya, CPU melakukan tiga operasi utama: (1) membaca data masukan dari perangkat luar modul masukan, (2) mengeksekusi program kontrol yang tersimpan di memori PLC, (3) meng-update atau memperbaharui data pada modul keluaran^[3].



Gambar 1. Struktur dasar PLC

Tiap-tiap PLC pada dasarnya merupakan sebuah mikrokontroler (CPU-nya PLC bisa berupa mikrokontroler maupun mikroprosesor) yang dilengkapi dengan peripheral yang dapat berupa masukan digital, keluaran digital atau relay. Pada penelitian ini menggunakan PLC CPM1A dan pada Gambar 2. berikut ditunjukkan PLC merk OMRON CPM1A.^[3]



Gambar 2. PLC OMRON CPM1A

Pemrograman PLC

Pemrograman PLC adalah memasukkan instruksi-instruksi dasar PLC berbentuk logika pengendalian sistem kendali yang diinginkan. Bahasa pemrograman biasanya telah disesuaikan dengan ketentuan dari pembuat PLC itu sendiri. Dalam hal ini setiap pembuat PLC memberikan aturan-aturan tertentu yang sudah disesuaikan dengan pemrograman CPU yang digunakan pada PLC tersebut.

Program yang digunakan dalam pemrograman PLC tergantung dari jenis atau merk PLC itu sendiri, karena PLC yang akan dijadikan bahan penelitian menggunakan PLC merk OMRON maka program yang digunakan adalah *Syswin*. Program yang akan dimasukkan ke dalam

PLC sebagai perintah adalah menggunakan Diagram Tangga (*Ladder Diagram*).

Film Radiografi^[9]

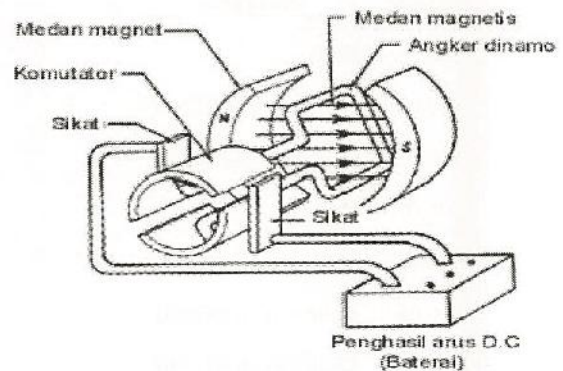
Teknik radiografi dengan film merupakan cara klasik dalam proses dengan radiasi sinar-X atau sinar gamma. Prinsip teknik ini adalah radiasi yang melalui suatu obyek akan di serap obyek dimana banyaknya penyerapan di suatu titik bergantung pada tebal dan kerapatan material obyek di titik tersebut. Perbedaan penyerapan radiasi dideteksi dan direkam pada film radiografi sebagai perbedaan tingkat kehitaman (densitas). Bayangan yang dihasilkan oleh film adalah berbentuk bayangan negatif.

Pada proses pencucian film yang merupakan aktivitas basah yang meliputi *developing, stopping, fixing, washing*. Kegiatan ini dilakukan pada tempat yang terpisah dari *loading bench* (tempat pembongkaran film) untuk menghindari terperciknnya larutan pada screen dan film. Pencucian film radiografi dilakukan di kamar gelap dan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

- Membawa film dalam ruang gelap (ruang proses film)
- Mengukur temperatur larutan *developer*, kemudian melihat pada tabel untuk menentukan waktu yang diperlukan untuk pencucian film
- Menyiapkan *hanger*, kemudian mematikan lampu ruangan, membuka lakban penutup kaset film dan mengeluarkan *screen* dan film dari kaset
- Memasang film pada *hanger*, kemudian memasukkan ke dalam larutan *developer* dengan waktu yang ditentukan sambil diagitasi (naik turun)
- Memasukkan *hanger* dan film berturut-turut ke dalam kolam yang berisi larutan *developer, stopbath, fixer* dan *water* dengan waktu tertentu kemudian ditiriskan dan dicuci dalam air mengalir
- Setelah itu melakukan pengeringan

Motor DC

Motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga arus searah (listrik DC) menjadi tenaga mekanik, dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran dari pada rotor. Energi mekanik ini dapat digunakan untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Motor arus searah mempunyai magnet permanen yang berfungsi memberikan magnet tetap. Rotor arus searah terdiri dari kumparan yang dililitkan pada inti besi dan dirangkaikan dengan sebuah komutator seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya.



Gambar 3. Motor DC Sederhana

METODE

Alat dan Bahan

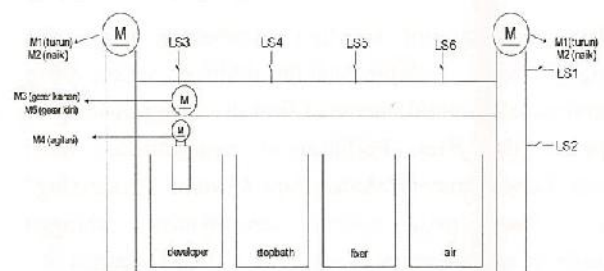
Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : PLC OMRON CPM1A , catudaya, multimeter, ironing solder, penyedot timah, tang jepit, tang potong, mini bor, setrika, peraga mekanik, termometer, personal komputer.

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Papan PCB, Resistor, Relay, PCB header, Box Aluminium, Push button, Led, Kabel-kabel

Langkah Penelitian

Penelitian didahului dengan menyiapkan perangkat keras yang memiliki 8 masukan, yaitu start, stop, limit switch 1, limit switch 2, limit switch 3, limit switch 4, limit switch 5, limit switch 6, serta 5 buah keluaran berupa : motor 1, motor 2, motor 3, motor 4 dan motor 5 yang terdapat pada peraga mekanik seperti ditunjukkan pada Gambar 4 . Selanjutnya masing-masing masukan dan keluaran tersebut dihubungkan dengan alamat I/O PLC. Untuk pengalamatan masukan ditunjukkan pada Tabel 1. dan pengalamatan keluaran ditunjukkan pada Tabel 2.

Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi proses pencucian film radiografi yang berisi tahapan-tahapan, kemudian disusun dalam bentuk algoritma sebagai persiapan pembuatan program.



Gambar 4. Peraga Mekanik Pencucian Film Radiografi

Tabel 1. Pengalamatan masukan pada PLC

Alamat	Masukan
000.00	Start
000.01	Limit switch 1 (LS1)
000.02	Limit switch 2 (LS2)
000.07	Stop
000.04	Limit switch 4 (LS4)
000.05	Limit switch 5 (LS5)
000.06	Limit switch 6 (LS6)
000.03	Limit switch 3 (LS3)

Tabel 2. Pengalamatan keluaran pada PLC

Alamat	Peralatan
010.00	Motor 1
010.06	Motor 5
010.02	Motor 3
010.05	Motor 4
010.01	Motor 2

Proses pencucian film radiografi adalah sebagai berikut :

1. Membawa film dalam ruang gelap (ruang proses film)
2. Mengukur temperatur larutan *developer*, kemudian melihat pada tabel untuk menentukan waktu yang diperlukan untuk pencucian film
3. Menyiapkan *hanger*, kemudian mematikan lampu ruangan, membuka lakban penutup kaset film dan mengeluarkan *screen* dan film dari kaset
4. Memasang film pada *hanger*, kemudian memasukkan ke dalam larutan *developer* dengan waktu yang ditentukan sambil diagitasi (naik turun)
5. Memasukkan *hanger* dan film berturut-turut ke dalam kolam yang berisi larutan *developer*, *stopbath*, *fixer* dan *water* dengan waktu tertentu kemudian ditiriskan dan dicuci dalam air mengalir
6. Setelah itu melakukan pengeringan

Dalam penelitian ini, sebelum membuat program dan menguji sistem, terlebih dahulu dihitung waktu yang akan digunakan untuk mencuci film di larutan *developer*, *stopbath*, dan *fixer*. Perhitungan menggunakan tabel "Time-Temperature Relationship Manual Processing" dan dihitung pada normal *development* sehingga dihasilkan persamaan $y = -0.413x + 13,61$ dengan $R = 0,921$. Pada saat pengukuran suhu di *developer* dengan menggunakan thermometer, didapat suhu sebesar 29°C . Dengan memasukkan besar suhu tersebut ke persamaan diatas maka di dapat $y = 1,7$. Inilah yang digunakan un-

tuk acuan dalam menghitung waktu pencucian di larutan *developer* yaitu 1,7 menit, *stopbath* adalah $(0.5 \times 1,7 = 0,85 \text{ menit})$ dan di larutan *fixer* adalah $(2 \times 1,7 = 3,4 \text{ menit})$.

Perangkat lunak digunakan untuk mengendalikan proses kerja pencucian film dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengukur temperatur dan menentukan waktu
2. Menyiapkan *hanger* dan film radiografi untuk dilakukan proses pencucian
3. Memulai proses pencucian
4. Proses 1, memasukkan film radiografi ke dalam larutan *developer*
5. Proses 2, pencucian film radiografi ke dalam larutan *stopbath*
6. Proses 3, pencucian film radiografi ke dalam larutan *fixer*
7. Proses 4, Pencucian film radiografi ke dalam air
8. Film selesai dicuci
9. Proses selesai

Algoritma programnya adalah sebagai berikut :

1. Jika tombol 1 ditekan (*start*) maka motor 1 aktif (berputar searah jarum jam) menggerakkan peraga mekanik secara vertikal, menyebabkan peraga mekanik turun. Putaran motor 1 berhenti jika peraga mekanik menekan *limit switch 2*.
2. Setelah tunda 5 detik, motor 4 aktif selama 1,7 menit di larutan *developer* dan setelah waktu habis, motor 4 berhenti.
3. Setelah itu motor 2 aktif (berlawanan arah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik naik dan motor 2 berhenti jika peraga mekanik menekan *limit switch 1*.
4. Setelah tunda 5 detik, motor 3 aktif dan bergeser ke kiri atau bergerak secara horizontal dan motor 3 berhenti jika menekan *limit switch 4*.
5. Setelah tunda 5 detik motor 1 kembali aktif (berputar searah jarum jam) menggerakkan peraga mekanik secara vertikal. Putaran motor 1 berhenti jika peraga mekanik menekan *limit switch 2*.
6. Setelah tunda 5 detik motor 4 (motor agitasi) aktif dan motor 4 aktif selama 0,85 menit di larutan *stopbath* dan setelah waktu habis, motor 4 berhenti.
7. Setelah itu motor 2 aktif (berlawanan arah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik naik dan motor 2 berhenti jika peraga mekanik menekan *limit switch 1*.
8. Setelah tunda 5 detik motor 3 aktif dan bergeser ke kiri atau bergerak secara horizontal dan motor 3 berhenti jika menekan *limit switch 5*.
9. Setelah tunda 5 detik motor 1 kembali aktif (berputar searah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik turun secara vertikal. Putaran motor 1 berhenti jika peraga mekanik menekan *limit switch 2*.
10. Setelah tunda 5 detik motor 4 aktif selama 3,4 menit di larutan *fixer* dan setelah waktu habis, motor 4 berhenti.

11. Setelah itu motor 2 aktif (berlawanan arah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik naik dan motor 2 berhenti jika peraga mekanik menekan limit switch 1.
12. Setelah tunda 5 detik motor 3 aktif dan bergeser ke kiri atau bergerak secara horizontal dan motor 3 berhenti jika menekan limit switch 6.
13. Setelah tunda 5 detik motor 1 aktif (berputar searah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik turun secara vertikal. Putaran motor 1 berhenti jika peraga mekanik menekan limit switch 2.
14. Setelah tunda 5 detik motor 4 aktif selama 4 menit di air dan setelah waktu habis, motor 4 berhenti.
15. Setelah itu motor 2 aktif (berlawanan arah jarum jam) menyebabkan peraga mekanik naik dan motor 2 berhenti jika peraga mekanik menekan limit switch 1.
16. Proses selesai

Tabel 3. Tabel Kebenaran Masukan dan Keluaran

		Masukan						Keluaran				
Start	Stop	LS1	LS2	LS3	LS4	LS5	LS6	M1	M2	M3	M4	M5
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

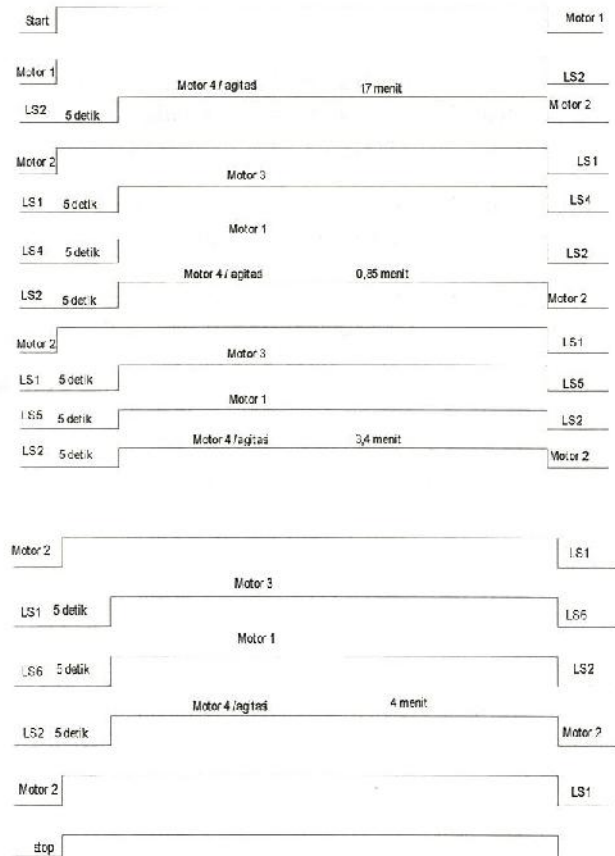
Untuk mengetahui unjuk kerja sistem terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui adanya kesalahan perangkat lunak sehingga bisa dilakukan perbaikan program agar alat bisa berjalan. Dalam menguji alat berdasarkan program yang telah dibuat, sebelumnya perlu dilakukan pemasangan titik masukan dan titik keluaran PLC sesuai dengan pengalamannya yang diteruskan dengan memindahkan (transfer) data melalui diagram tangga yang telah dibuat dari komputer ke PLC.

Untuk memahami proses kerja perangkat lunak dan perangkat keras dapat dilihat pada Tabel 3. Saat masukan bernilai 1, ini berarti masukan sedang bekerja atau hidup sedangkan pada saat masukan bernilai 0, ini berarti masukan tidak bekerja atau mati. Dan penggambaran diagram pewaktu dapat dilihat pada Gambar 4. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapat bahwa motor dc dapat diatur / dijalankan. Motor 1, sebagai penggerak vertikal dapat berputar searah dan motor 2 dapat berputar berlawanan arah jarum jam. Motor 4 (untuk proses agitasi) dapat menjalankan agitasi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Sedangkan untuk

motor 3 dan motor 5 yaitu sebagai penggerak horizontal dapat berputar dan dapat berhenti di limit switch yang telah ditentukan sesuai dengan pengaturannya di PLC.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa :

1. Saat keluaran PLC mengeluarkan tegangan yang merupakan perintah untuk menjalankan motor, dialih fungsikan untuk mengaktifkan *relay* karena keluaran pada *keluaran* PLC kecil (24V 0.3amp), meskipun dengan daya yang kecil sudah mampu untuk menjalankan motor DC, namun untuk lebih aman dan membuat PLC awet dipasang *relay* sebagai jembatan untuk *power supply* dari luar PLC untuk menjalankan motor pada sistem perangkat keras tersebut.
2. Pengujian pertama saat PLC memberikan keluaran untuk menjalankan motor 1 dan motor 2 berhasil dilakukan. Motor dapat berputar searah maupun berlawanan arah jarum jam. Hal ini disebabkan karena adanya *relay* pada *keluaran* PLC yang berfungsi sebagai penghubung antara arus listrik dari luar PLC. *Relay* dipasang pada *perangkat keras* karena arus yang keluar dari PLC OMRON kecil (0,2amp) sehingga membutuhkan tegangan dari luar untuk dapat menggerakkan motor yang terpasang pada *perangkat keras* sehingga motor dapat berputar.
3. Pengujian ke dua saat PLC memberikan keluaran untuk menjalankan motor 3 dan motor 5 sebagai penggerak *horizontal* berhasil dilakukan.
4. Pengujian yang ke tiga saat PLC memberikan keluaran untuk menjalankan motor 4 (motor agitasi) berhasil dilakukan. Akan tetapi, putaran motor 4 (motor agitasi) terlalu cepat. Hal ini kemungkinan disebabkan karena motor tidak dilengkapi *gearbox*.
5. *Perangkat keras* dibuat sebagai simulasi dari pencuci film radiografi otomatis, atau sebagai *prototype* alat pencuci film radiografi. Proses pencucian film dapat berjalan sesuai dengan tujuan awal, walaupun pada waktu penggabungan *perangkat lunak* dengan *perangkat keras* kadang menemui kesulitan. Sebagai contoh yaitu pada waktu PLC memberi perintah bahwa motor harus berhenti pada alamat *limit switch* yang telah ditentukan, kadang motor dapat berhenti pada alamat yang ditentukan akan tetapi kadang pula motor tidak berhenti sesuai alamat yang ditentukan, hal ini kemungkinan *limit switch* tidak bisa menghentikan motor sehingga mengakibatkan motor tidak berhenti pada alamat yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 4. Diagram Waktu Masukan dan Keluaran

6. Pengujian juga dilakukan dengan simulasi lampu led dan dapat diketahui bahwa pencucian film pada larutan *developer* berhasil dilakukan yaitu dengan waktu 1020 bcd atau 1,7 menit dalam waktu sebenarnya, selanjutnya pencucian film pada larutan *stopbath* dengan waktu 510 bcd atau 0,85 menit dalam waktu sebenarnya, pencucian dilarutan *fixer* dengan waktu 2040 bcd atau 3,4 menit dalam waktu sebenarnya sedangkan pencucian di air dengan waktu 2400 bcd atau selama 4 menit dalam waktu sebenarnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian dan evaluasi data serta pembahasan pada aplikasi PLC dalam proses pencucian film radiografi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dapat diterapkan aplikasi PLC (*Programmable Logic Controller*) untuk mengendalikan proses simulasi pencucian film radiografi.
2. Pengujian dilakukan dengan simulasi lampu led dan dapat diketahui bahwa pencucian film pada larutan *developer* berhasil dilakukan yaitu dengan waktu 1020 bcd atau 1,7 menit dalam waktu sebenarnya, selanjutnya pencucian film pada larutan *stopbath* dengan waktu 510 bcd atau 0,85 menit dalam waktu

sebenarnya, pencucian dilarutan *fixer* dengan waktu 2040 bcd atau 3,4 menit dalam waktu sebenarnya sedangkan pencucian di air dengan waktu 2400 bcd atau selama 4 menit dalam waktu sebenarnya.

SARAN

1. Untuk mengatasi kendala pada limit switch dapat digantikan dengan sensor optik agar tidak menghalangi gerakan motor dc.
2. Untuk memperlambat proses agitasi dapat ditambahkan gearbox pada motor yang digunakan untuk proses agitasi

DAFTAR PUSTAKA

1. I WAYAN W, dkk, 2008, Aplikasi PLC (Programmable Logic Controller) Sebagai Sistem Kontrol Pada Modifikasi 'Automatic Loading Machine' Generator $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ Berbasis PZC, Jurnal Penyiapan SDM Nuklir Menyongsong Industrialisasi Nuklir dan Realisasi PLTN Seminar Nasional IV, SDM Teknologi Nuklir, STTN-BATAN, Yogyakarta.
2. MUHTADAN, dkk, 2008, Pengembangan Aplikasi untuk Perbaikan Citra Digital Film Radiografi. Jurnal Penyiapan SDM Nuklir Menyongsong Industrialisasi Nuklir dan Realisasi PLTN Seminar Nasional IV, SDM Teknologi Nuklir, STTN-BATAN, Yogyakarta.
3. EKO PUTRO, AGFIANTO, 2004, PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi, Yogyakarta : Gava Media.
4. SETIAWAN, IWAN. 2005, Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Yogyakarta: Penerbit ANDI
5. SUHENDAR, 2005, Programmable Logic Controller, Yogyakarta : Graha Ilmu.
6. BUDIYANTO, M dan A. WIJAYA, 2006, Pengenalan Dasar-dasar PLC (Programmable Logic Controller), Yogyakarta : Gava Media.
7. FAELANI, ADE, 2009, Otomasi Gerak Motor DC dan Solenoid untuk Penahan Radiasi Berbasis PLC. Tugas Akhir, STTN-BATAN, Yogyakarta.
8. HANIF, AHMAD, 2006, Penerapan PLC (Programmable Logic Controller) sebagai Sistem Kendali pada Mesin Konveyor, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
9. BATAN, 2003, Sumber Radiasi dan Peralatan Radiografi, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jakarta.
10. NURGIYATNO dkk, 1999, Rancang Bangun Aplikasi PLC untuk Pengendalian Konveyor pada Pengemasan Barang, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
11. ABDUL GMATIAR, DADAN dan NUNDANG BUSAERI, 2008, Kendali Rumah Cerdas Berbasis PLC (Programmable Logic Controller), Jurnal Sirtotika vol.4 no.2, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya
12. <http://www.dclta-electronic.com> diakses tanggal 10 Juni 2010