

APLIKASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) PADA SISTEM KONTROL PROSES PENGELASAN INNER DAN OUTER TABUNG IRADIASI

I WAYAN W., SOFYAN SORI, JAKARIA, ARTADI HERU W., DAN MULYONO

*Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka – BATAN
Kawasan Puspiptek Gd. 11 Serpong Tangerang 15310*

Abstrak

APLIKASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) PADA SISTEM KONTROL PROSES PENGELASAN INNER DAN OUTER TABUNG IRADIASI. Pada proses pengelasan inner dan outer tabung iradiasi, diperlukan sumber daya manusia yang handal sehingga hasil pengelasan memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk dapat diiradiasi di reaktor nuklir. Karena adanya keterbatasan sumber daya manusia yang mampu melakukan pengelasan tabung iradiasi secara sempurna, maka dibuat sistem kontrol proses pengelasan inner dan outer tabung iradiasi. Dengan sistem kontrol tersebut maka pengelasan tabung iradiasi dapat dilakukan secara otomatis. Metoda yang digunakan yaitu dengan menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) yang difungsikan untuk mengatur proses pengelasan secara otomatis melalui program yang ditanamkan di dalamnya. Hasil yang diperoleh berupa unit kontrol yang telah diuji secara simulasi, kemudian dirangkai pada unit mesin las, dan selanjutnya dilakukan uji pengelasan terhadap tabung iradiasi. Pada hasil pengelasan dilakukan juga uji kebocoran dengan metode bubble test. Sistem kontrol dapat dinyatakan berfungsi dengan baik, karena semua langkah dalam proses pengelasan sudah terpenuhi. Hasil pengelasan yang kurang maksimal lebih besar diakibatkan oleh kondisi tabung iradiasi yang kurang sempurna seperti bentuk kurang simetris dan permukaan tidak bersih, serta kondisi bagian mekanik pada pemutar tabung iradiasi yang tidak presisi.

Kata kunci: Sistem kontrol, PLC, Pengelasan, Tabung iradiasi

Abstract

APPLICATION OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) IN CONTROL SYSTEM FOR INNER AND OUTER WELDING PROCESSES OF IRRADIATION CHAMBER. Inner and outer welding processes of irradiation chamber require reliable human resources so that the welding results will meet the standardized requirements for irradiation with nuclear reactor. The control system of the inner and outer welding processes of the irradiation chamber was made due to limited human resources who are able to weld the irradiation chamber perfectly. The irradiation chamber's welding is expected to be done automatically by using the system control. The system is created by using Programmable Logic Controller (PLC) which function is to automatically organize the welding processes through the codes attached there in. The system comprises of a control unit which has been tested in a simulation, and then attached in a welding machine unit, and subsequently tested for welding the irradiation chamber. The result of the welding is also tested for its leak using bubble test. As all procedures are well followed in the welding processes, the control system is found to work properly. The welding results which are not optimum are mainly due to imperfect irradiation tubes, such as the lack of symmetry in the tube's geometry, unclean surface, as well as the condition of the unprecised mechanical part of the tubes.

Keywords: Control system, PLC, Welding, Irradiation chamber

PENDAHULUAN

Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka (PRR) memiliki berbagai macam fasilitas yang terkait dengan proses iradiasi nuklir, salah satunya adalah tabung iradiasi [1, 2]. PRR mempunyai fasilitas untuk membuat tabung iradiasi tersebut. Dalam proses pembuatan terdapat berbagai macam langkah mulai dari persiapan bahan (tabung aluminium), pengerjaan bentuk tabung (pemotongan bahan, bubut, *milling*, dan lain-lain), pengelasan, tahap pengujian sampai siap digunakan sebagai wadah materi yang akan diiradiasi. Pada tahap pengelasan, PRR mempunyai kendala pada penyediaan sumber daya manusia (SDM), dimana pada saat ini hanya terdapat dua karyawan yang mampu melakukan pengelasan tersebut. Ada kemungkinan kedua karyawan tersebut berhalangan sehingga pengelasan tabung iradiasi akan tertunda.

Selama ini proses pengelasan dilakukan secara manual. Proses pengelasan secara manual mempunyai risiko kecelakaan yang besar terhadap operator mesin las. Risiko tersebut dapat terjadi karena operator bersentuhan langsung dengan mesin las serta berada pada jarak yang sangat dekat dengan benda kerja. Dalam kondisi seperti itu mesin las dan benda kerja dapat memberikan panas sampai dengan ratusan derajat celsius.

Kurangnya SDM dan risiko yang cukup besar pada pengelasan tabung iradiasi secara manual, menimbulkan gagasan untuk melakukan proses pengelasan secara otomatis. Gagasan ini merupakan gagasan baru yang belum pernah ada sebelumnya di PRR. Pada saat ini sudah dilakukan realisasinya, dimana pekerjaan mekanik telah dilaksanakan yaitu pada pembuatan meja kerja sebagai tempat benda kerja (tabung iradiasi) serta tempat komponen pendukung lainnya. Agar dapat bekerja secara otomatis, maka dibuat rangkaian kontrol yang mengatur operasional proses pengelasan tabung iradiasi dengan menggunakan PLC sebagai basisnya. PLC akan mengatur proses operasi sebagaimana yang dibuat dalam diagram alir (*flow chart*) [3].

LANDASAN TEORI

Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah suatu alat kontrol dimana operasionalnya dapat dikontrol dengan sebuah program yang ditanamkan didalamnya [3]. Dibandingkan dengan alat kontrol konvensional, PLC mempunyai kemudahan karena modifikasi dapat dilakukan tanpa harus merubah instalasi. Modifikasi hanya dilakukan pada program. Program yang sering digunakan adalah program diagram tangga (*Ladder Diagram*). Dalam diagram tangga akan terlihat logika proses kontrol sesuai dengan *flow chart* yang diinginkan.

Tabung Iradiasi

Tabung iradiasi merupakan wadah yang digunakan sebagai tempat zat atau sasaran (*target*) yang akan diiradiasi. Iradiasi sendiri merupakan tindakan yang dilakukan (proses) agar suatu materi menjadi aktif atau mengandung radiasi. Tabung iradiasi terbuat dari bahan aluminium dengan tingkat kemurnian yang tinggi yaitu sekitar 99 %. Terdapat 2 jenis tabung iradiasi yaitu *outer capsule* dan *inner capsule*. Sasaran yang akan diiradiasi diletakkan di dalam *inner capsule*. Kemudian *inner capsule* dimasukkan kedalam *outer capsule* untuk diiradiasi di dalam reaktor.

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang digunakan adalah PLC merek *OMRON* tipe *SYSMAC CPM1A-40CDR-A* dilengkapi dengan *syswin* sebagai *software* pendukung serta komputer sebagai sarana penunjang dalam pembuatan program, tabung iradiasi (*inner dan outer*) sebagai benda kerja yang akan dilas yang terbuat dari bahan aluminium, Mesin las *TIG* merek *TELWIN* tipe *SuperTIG 180 AC/DC*, Pemegang benda kerja (*three jaw chuck*) yaitu alat yang biasa digunakan pada mesin bubut yang berfungsi memegang benda kerja, Motor pemutar benda kerja dengan tegangan kerja 110 VDC yang berfungsi untuk memutar *three jaw chuck*, Pengatur kecepatan motor pemutar benda kerja dengan *output* tegangan yang bervariasi dari 0 – 110 VDC, *Exhaust Fan* dengan tegangan kerja 220 VAC yang berfungsi

menghisap asap saat pengelasan dan membuangnya keluar melalui pipa pembuangan. Selain itu, diperlukan beberapa komponen masukan bagi PLC seperti; *Switch Start* pada pengelasan *inner capsule*, *Switch Stop/Reset*, *Switch Start* pada pengelasan *Outer Capsule*.

Blok Diagram

Secara manual blok diagram pada proses pengelasan tabung iradiasi sangat sederhana seperti gambar 1. Kemudian, dengan menggunakan *PLC* dapat dibuat proses pengelasan menjadi otomatis. Beberapa komponen ditambahkan guna menunjang sistem pengelasan secara otomatis. Komponen tersebut antara lain; *Exhaust fan*, *Speed control*, Motor, dan komponen *input PLC (switches)*. Blok diagram proses pengelasan secara otomatis dapat dilihat pada gambar 2.

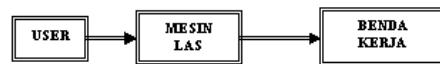
Diagram Alir

Diagram alir mencerminkan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan secara otomatis. Setiap langkah tersebut diatur oleh *PLC* sesuai dengan program yang ditanamkan. Deskripsi langkah-langkah pada proses pengelasan secara otomatis adalah sebagai berikut; pertama, terdapat jenis operasi otomatis atau manual. Pada posisi manual fungsi mesin las dan *exhaust fan* dapat digunakan. Pada posisi otomatis pengoperasian dilakukan hanya dengan menekan tombol *start* sehingga menghidupkan *torch* dan *exhaust fan*. Motor pemutar benda kerja hidup oleh *delay* waktu pelelehan. Kedua, jika ketiga komponen tersebut ON (*torch* mesin las, *exhaust fan*, dan motor pemutar benda kerja), maka proses pengelasan dapat berjalan. Ketiga, proses akan berhenti apabila siklus 450° tercapai ($1 \text{ siklus} = 360^{\circ}$ ditambah 90°), tetapi *exhaust fan* tidak langsung berhenti, menunggu *delay* 15 detik untuk menghilangkan sisa asap akibat proses pengelasan. Terdapat *interlock* antara proses pengelasan *inner capsule* dan proses pengelasan *outer capsule*. Tombol *stop* juga berfungsi sebagai *reset* untuk fungsi *interlock*.

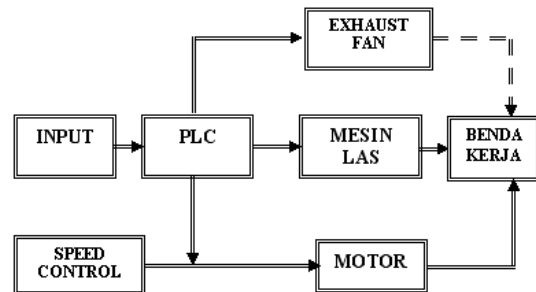
Diagram alir yang dihasilkan dapat dilihat pada lampiran 3.

Diagram Tangga

Diagram tangga yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 1. Blok Diagram Pengelasan secara Manual



Gambar 2. Blok Diagram Pengelasan Secara Otomatis

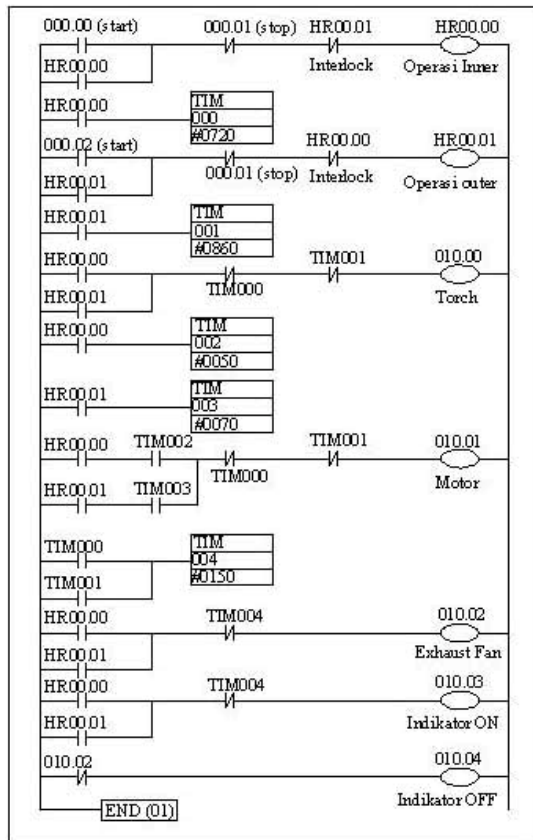
Menanam program

Untuk lebih memahami penanaman program ke *PLC*, maka perlu diperhatikan tampilan monitor pada *software syswin* saat *software* tersebut dibuka seperti terlihat pada gambar 4.

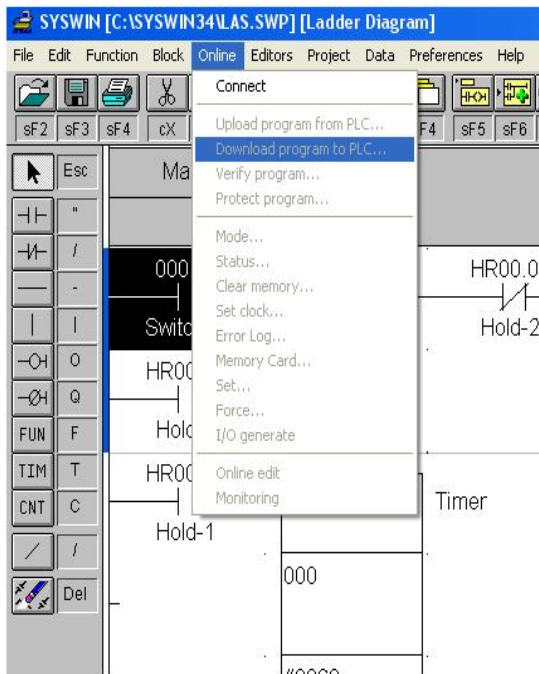
Pada tampilan terlihat menu-menu utama pada bagian atas layar. Perintah *down load program to PLC* tersimpan pada menu “*online*”. *Down load* dinyatakan berhasil jika keluar tulisan “*successful*” pada layar monitor. Jika gagal maka perlu dilakukan pemeriksaan ulang. Ada kemungkinan belum adanya koneksi antara *PLC* dengan komputer, atau *PLC* sedang berada pada *RUN mode* atau *Monitor mode*. Jika berada pada *mode* tersebut maka *PLC* harus dipindahkan ke *STOP mode*.

Simulasi

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa komponen-komponen *output* digantikan oleh lampu-lampu yang mewakili proses yang terjadi pada *PLC*. Simulasi ini bertujuan untuk menghindari kesalahan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen *input*, *output*, serta *PLC* itu sendiri.



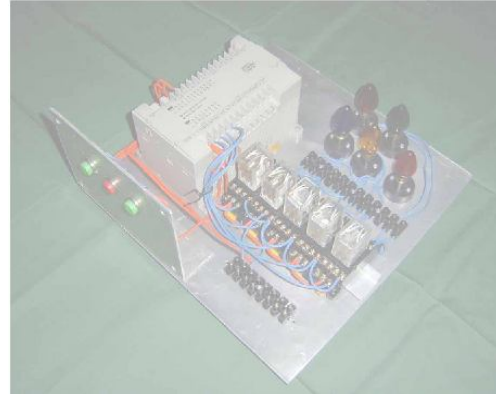
Gambar 3. Diagram Tangga



Gambar 4. Tampilan monitor untuk Down load program ke PLC

Pengkabelan yang dilakukan adalah membuat jalur-jalur kabel yang merangkai atau menghubungkan PLC terhadap *input* dan *output*

yang sebenarnya. Dari simulasi tersebut maka komponen *output* yang berupa lampu-lampu kemudian digantikan dengan komponen *output* yang nyata. Pemasangan komponen *input* dan *output* dilakukan pada terminal-terminal yang sudah disediakan pada papan panel kontrol.



Gambar 5. Bentuk rangkaian kontrol yang dihasilkan dan dilengkapi dengan simulasi

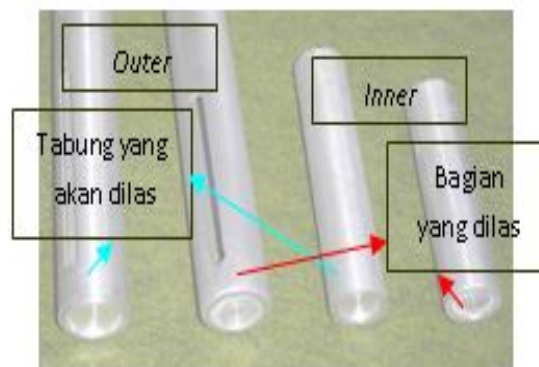
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fungsi Sistem Kontrol

Setelah instalasi panel kontrol, kemudian dilakukan uji fungsi sesuai diagram alir. Fungsi tersebut dapat berjalan sesuai dengan diagram alir. Kemudian dilakukan uji fungsi pengelasan serta pengaturan beberapa parameter yang disesuaikan dengan jenis benda kerjanya (*inner capsule* atau *outer capsule*). Parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabung Iradiasi Hasil Pengelasan

Tabung iradiasi hasil pengelasan secara otomatis dapat dilihat pada gambar 6. Tabung dengan ukuran besar adalah *outer capsule*, sedangkan tabung dengan ukuran lebih kecil adalah *inner capsule*.



Gambar 6. Tabung Iradiasi

Tabel 1. Parameter-parameter yang diatur dalam pengelasan otomatis

No.	PARAMETER	CAPSULE		Keterangan
		Inner	Outer	
1.	Arus las (Amp).	50 A	60 A	Data-data tersebut merupakan hasil percobaan yang diambil berdasarkan pendekatan dari data-data pada proses pengelasan secara manual.
2	Jarak <i>torch</i> dengan benda kerja.	1,6 mm	1,6 mm	
3	Waktu pelelehan	5 detik	7 detik	
4	Waktu siklus pengelasan.	72 detik	86 detik	
5	Kecepatan putaran motor pemutar benda kerja.	0,9 rpm	0,9 rpm	

Uji Kebocoran

Uji visual dilakukan dengan memeriksa bentuk pengelasan, kematangan hasil las, rongga-rongga kecil, dan sebagainya. Sedangkan uji kebocoran dilakukan dengan sebuah alat penguji yang disebut “*bubble test*” seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Alat uji kebocoran dengan metode *bubble test*

Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut:

Benda kerja hasil pengelasan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air dan tertutup rapat oleh karet *seal*. Bagian yang dilas pada tabung iradiasi tercelup ke dalam air. Pompa vakum dihidupkan sehingga udara yang terdapat dalam wadah tersebut akan tertarik oleh pompa vakum. Apabila terdapat kebocoran pada tabung iradiasi maka pada air akan keluar gelembung-gelembung udara. Jika hasil pengelasan bagus (tidak terdapat kebocoran) maka dari dalam air tidak akan keluar gelembung-gelembung udara.

Untuk tabung iradiasi yang dilakukan pengelasan secara otomatis, dilakukan uji coba kebocoran dengan tekanan vakum sampai dengan 28 inHg dan dibiarkan selama 5 menit. Hasilnya adalah tidak terdapat gelembung udara dan tekanan masih bertahan sebesar 28 inHg. Dengan demikian tabung iradiasi tersebut layak untuk digunakan. Sehingga sistem kontrol pengelasan tabung iradiasi secara otomatis

tersebut dapat dinyatakan berfungsi dengan baik.

KESIMPULAN

Sistem kontrol pengelasan tabung iradiasi secara otomatis telah dibuat dan setelah dilakukan uji fungsi, dapat beroperasi dengan baik. Hasil pengelasan pada *inner capsule* dan *outer capsule* dinyatakan layak untuk digunakan setelah melalui uji kebocoran. Agar diperoleh hasil pengelasan yang maksimal, maka harus diperhatikan bentuk tabung yang simetris (dipengaruhi oleh proses pembuatan serta penyimpanan) dan permukaan yang akan dilas harus bersih.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, Teknik Produksi Radioisotop, Pusat Produksi Radioisotop-BATAN, 1997
2. ZAHIRUDIN, Teknik Pemilihan Wadah Sasaran, Pelatihan Teknologi Proses Produksi Radioisotop dan Senyawa Bertanda, 1993
3. OMRON-INDONESIA, OMRON Training Manual, Omron-Indonesia Representative Office, 1997

TANYA JAWAB

Pertanyaan

1. Mengapa memilih PLC, bagaimana jika digunakan mikrokontroler atau PC (laptop), apakah hasilnya sama? (Subari Santoso)
2. Sebutkan keandalan system yang Anda buat! (Subari Santoso)
3. PLC dalam system control proses pengelasan Inner dan antar hanya digunakan sebagai control ON/OFF. Hal ini apakah tidak kurang efisien dan ekonomis? Karena ON/OFF dapat digunakan dengan relay atau magnet kontaktor yang lebih murah. (Sujatno)

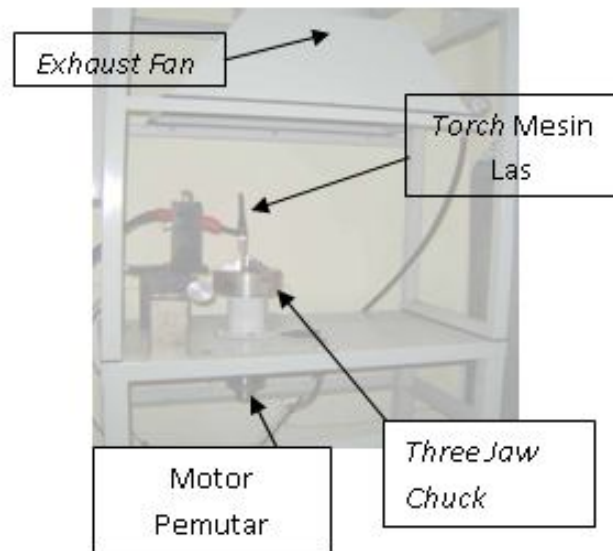
4. Dalam alat Saudara yang menggunakan PLC sebagai alat control, ada berapa parameter dinamis dari proses pengelasan tabung iradiasi? (Anwar Budiarto)
5. Sejauh mana feedback parameter dinamis tersebut terhadap proses pengelasan tersebut? (Anwar Budiarto)
6. Bagaimana dengan hasil iradiasi bila masih terjadi kebakaran pada inner yang dilas? (Joko Sumanto)
7. Bagaimana membuat dudukan las agar simetri? (joko Sumanto)
8. Apa pengelasan ini dilakukan secara otomatis/semi otomatis seperti las titik? (Joko Sumanto)
9. Apa peran PLC yang dibuat, kelebihanannya dibanding dengan sebelumnya? (Joko Sumanto)

Jawaban

1. PLC dan mikrokontroler dapat memberikan hasil yang sama. Dalam hal ini mungkin mikrokontroler akan lebih bagus karena bias lebih murah dan lebih maksimal
2. Keandalan system control terutama PLC-nya bias dikatakan sangat handal:
 - Dapat digunakan pada suhu sampai 60 °C
 - Dapat digunakan pada kelembapan = 65 %
3. Benar, tetapi pada saat itu kami hanya memanfaatkan alat yang ada ditambah dengan tantangan tugas untuk menggunakan PLC yang sudah ada lama.
4. Parameternya:
 - Sudut pengelasan
 - Suhu awal pengelasan
 - Kecepatan motor
5. Pengaruh terhadap proses pengelasan sangat besar, yang mengakibatkan hasil las kurang matang, timbul rongga, bahkan kebocoran.
6. Bila terjadi kebocoran maka tabung tersebut tidak digunakan atau dilas ulang.
7. Kami sudah sarankan ke user untuk menggunakan unit motor stepper
8. Proses pengelasannya otomatis dengan melakukan setting awal untuk masing-masing tabung iradiasi (outer dan inner)
9. Peran PLC sebagai basis system kontrolnya, sebelum menggunakan PLC, pengelasan dilakukan secara manual. Setelah PLC bisa otomatis.

LAMPIRAN

1. Meja Kerja yang terdiri dari *Torch Mesin Las*, *Exhaust Fan*, *Three Jaw Chuck*, dan Pemutar Benda Kerja



2. Mesin Las *TIG*



3. Flow Chart Proses Pengelasan Tabung Iradiasi secara Otomatis

