

RANCANG BANGUN INSTALASI SISTEM KONTROL PADA OTOMASI MESIN BUBUT ALPINE-350

Oleh

Riswan Djambiar

Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir - BATAN

ABSTRAK

RANCANG BANGUN INSTALASI SISTEM KONTROL PADA OTOMASI MESIN BUBUT ALPINE-350. Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir terdiri dari beberapa bidang, khusus untuk peralatan bengkel yang dikelola Bidang Operasi Fasilitas. Peralatan tersebut salah satunya adalah mesin bubut dengan pengoperasian secara konvensional. Seiring dengan perkembangan zaman, mesin bubut dituntut untuk menghasilkan benda kerja dengan presisi tinggi. Untuk memecahkan masalah tersebut maka retrofit mesin bubut harus dimodifikasi unjuk kerja manual menjadi *Numerical Control* (NC), belum menggunakan sistem *Computer Numerically Controlled* (CNC) yaitu menggunakan komputer secara keseluruhan. Untuk menunjang agar mesin bubut bekerja secara optimal maka dibuat sistem operasional dengan menggunakan beberapa komponen untuk menunjang bekerjanya sistem kontrol dengan baik. Sistem kontrol tersebut salah satunya adalah seperangkat *Program Logic Control* (PLC) lengkap dengan aksesorisnya yang berfungsi untuk mengoperasikan motor servo dalam pembuatan benda kerja, alat pendukung lainnya seperti kontaktor, relai 24 volt AC dan DC serta komponen trafo *step down* sebagai suplay untuk PLC. Catu daya yang dibutuhkan berupa arus bolak-balik dan searah. Dengan retrofit mesin bubut menjadi NC pengoperasian mesin menjadi lebih efisien dan ketelitian mesin dapat ditingkatkan serta tidak tergantung terhadap ketrampilan seseorang operator.

Kata kunci: Retrofit, mesin bubut, PLC, kontaktor, relai

ABSTRACT

INSTALLATION DESIGN OF CONTROL SYSTEM ON AUTOMATION LATHE MACHINE ALPINE-350. Center for Reactor Technology and Nuclear Safety consists of several fields, especially for equipment repair shop run by Field Operations Facility. The equipment had been one of them is a lathe with a conventional operation. Along with the development of the age, lathe machine required to produce workpieces with high precision. To solve these problems then the lathe retrofit performance must be modified manually into the *Numerical Control* (NC), yet uses a system of *Computer Numerically Controlled* (CNC) that is using the computer as a whole. To support the lathe in order to work optimally, the system was made operational by using several components to support the control system works well. The control system is one of them is a set of *Program Logic Control* (PLC) complete with accessories that are used to operate the servo motor in the manufacture of workpieces, and other supporting devices such as contactors, relays 24 volt AC and DC as well as *step-down* transformer components as the supply for the PLC. The power supply is needed in the form of alternating current and DC current. With retrofit into NC lathe machine operations become more efficient and precision machinery can be enhanced and less dependent on operator skill.

Keywords: Retrofit, lathe machine, PLC, contactor, relay

PENDAHULUAN

Mesin bubut, terlihat pada Gambar 1, merupakan suatu alat atau mesin yang memerlukan catu daya yang dipergunakan untuk mendefinisikan dan memotong material ke dalam bentuk, ukuran produk atau benda kerja sesuai dengan yang dikehendaki. Ketika mesin perkakas sedang dioperasikan untuk pembuatan suatu benda kerja, program instruksi dapat diberikan pada mesin tersebut untuk memproses pembuatan benda kerja tersebut. Subbidang Elektromekanik pada Bidang Operasi Fasilitas-PTRKN mengelola berbagai

mesin perkakas seperti mesin frais, bubut, tekuk, gerinda, crane, las, dan sebagainya. Peralatan-peralatan tersebut dibuat pada tahun 1986-an, seluruh mesin yang ada di Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir masih menggunakan sistem manual atau konvensional^[1]. Seiring dengan perkembangan zaman, mesin tersebut dituntut untuk menghasilkan benda kerja dengan ketelitian tinggi. Untuk memecahkan masalah tersebut, kegiatan retrofit mesin-mesin tersebut harus dilakukan dengan cara memodifikasi unjuk kerja manual atau konvensional menjadi *Numerical Control* (NC) atau *Computer Numerical Control*

(CNC). Selain ketelitian yang tinggi sistem NC atau CNC juga memberikan keuntungan lain berupa penghematan waktu.

Kegiatan retrofit mesin bubut merupakan kegiatan besar yang meliputi kegiatan mekanik, elektrik/instrumentasi dan pemrograman. Hingga saat ini, kegiatan retrofit telah berhasil diselesaikan dengan mengubah sistem kerja mesin bubut dari konvensional menjadi NC. Sehingga untuk mengoperasikan mesin bubut Alpine-350 dalam pembuatan benda kerja gerakan eretan arah radial dan arah aksial pada mesin bubut dilakukan oleh motor servo. Sistem operasi motor servo pada kedua eretan tersebut dikendalikan oleh PLC dengan pemrograman menggunakan *software* APM yang telah diinstall pada perangkat komputer. Makalah ini membahas tentang instalasi sistem kontrol, dimana instalasi tersebut terdiri beberapa komponen yang dirangkai menjadi satu kesatuan untuk mengotrol gerakan motor servo dan ditempatkan dalam satu panel. Otak kontrol ini menggunakan PLC, karena pada retrofit mesin bubut masih mengubah sistem operasi konvensional menjadi NC jadi belum menggunakan komputer secara keseluruhan.



Gambar 1. Mesin Bubut pada bengkel elektromekanik BOFa PTRKN

METODOLOGI

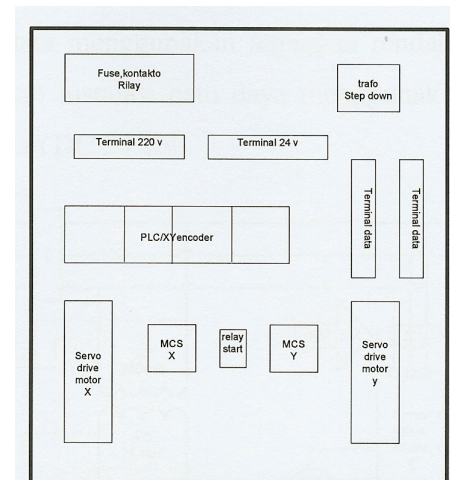
Bahan dan Alat

- Panel ukuran 50cm x 70cm x 30cm.
- PLC lengkap dengan asesorisnya.
- Bor magnetik.
- Mur baut pengikat.
- Solder.
- Multimeter.
- Kabel, tombol NC NO, timah, *key lock*, label.

Prosedur

Dalam kegiatan rancang bangun instalasi sistem kontrol pada otomasi mesin bubut tipe

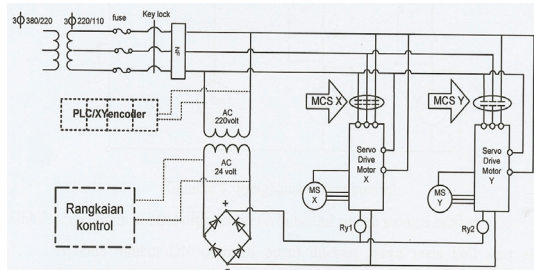
Alpine-350, langkah pertama yang dilakukan adalah pembuatan gambar untuk merencanakan penempatan komponen-komponen yang akan dipasang pada panel kontrol seperti terlihat pada Gambar 2. Kemudian dilanjutkan pengeboran lubang baut pada lembaran panel sesuai dengan posisi lubang baut pada komponen sehingga komponen dapat dipasangkan tanpa menemui kendala. Pemasangan komponen harus dikerjakan dengan hati-hati sebab PLC merupakan komponen yang mudah rusak. Urutan kegiatan yang dilakukan saat pemasangan komponen pada panel kontrol dalam penginstalasian seperti (a) pemasangan *servo drive* untuk motor X (arah radial) dan motor Y (arah aksial), (b) pemasangan kontaktor catu daya utama dan kontaktor *servo drive*, (c) pemasangan terminal kabel power, terminal data dan sekering, (d) pemasangan trafo *step down*, (e) pemasangan perangkat PLC. Setelah komponen-komponen tersebut terpasang dengan benar, dilanjutkan dengan kegiatan pengkabelan atau penginstalasian sehingga seluruh komponen tersebut terhubung sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 2. Penempatan komponen pada panel

Gambar disain rangkaian sistem catu daya merupakan acuan dalam kegiatan penginstalasian, dengan mengacu gambar disain tersebut dapat menghindari terjadinya kesalahan penginstalasian terutama untuk instalasi data dan instalasi catu daya, karena instalasi data menggunakan tegangan rendah dan mudah terpengaruh induksi listrik. Sedangkan instalasi catu daya menggunakan tegangan AC 220 volt dan 24 volt, serta tegangan DC 24 volt. Catu daya atau sumber-sumber tegangan tersebut akan digunakan oleh komponen-komponen pada panel kontrol dan motor servo, prinsip kerja disain sistem catu daya otomasi mesin bubut ditunjukkan dalam Gambar 3. Untuk keamanan, maka digunakan sekering pada tiap

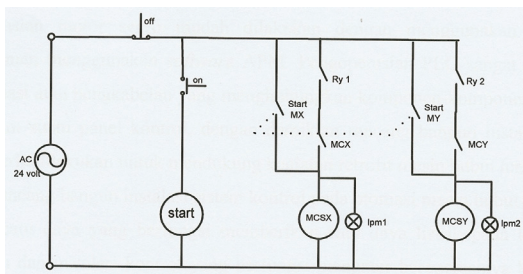
jalur. Jalur ini dilengkapi dengan kunci pengaman (*key lock*) melalui sebuah kontaktor. *Key lock* inilah yang harus dihidupkan pertama kali ketika operator akan mengoperasikan mesin bubut. Dengan adanya *key lock* ini mesin bubut dapat dikunci sehingga tidak sembarang orang dapat mengoperasikannya tanpa sepengetahuan penanggung jawab mesin bubut tersebut.



Gambar 3. Rangkaian sistem catu daya

Disain rangkaian kontrol seperti terlihat pada Gambar 4, merupakan prinsip kerja kontrol pada otomasi mesin bubut tipe Alpine-350. Unjuk kerja sistem kontrol otomasi mesin bubut ini adalah sebagai berikut :

- Apabila tombol ON ditekan, maka pada coil *start* akan mendapatkan arus yang mengakibatkan coil *start* terjadi medan magnet kemudian akan menarik tuas pada *start M1* dan *start M2* bersamaan, dan arus listrik mengalir pada kontaktor *servo X* dan *servo Y*. *Ry1*, *Ry2* dan *MCX*, *MCY* menutup sehingga jika tombol ON dilepas *servo X* dan *servo Y* masih tetap dialiri arus.
- Apabila tombol OFF ditekan, maka arus yang melalui *servo X* dan *servo Y* terputus seketika itu juga *MCX* dan *MCY* terbuka. Akibatnya *servo X* dan *Y* tetap tidak berfungsi walaupun tombol OFF dilepas.
- Apabila salah satu dari kedua *motor servo* mengalami gangguan (terjadi *error*) maka *servo* akan membuka saklar *Ry1* pada motor *servo X* atau saklar *Ry2* pada motor *servo Y* tergantung motor mana yang mengalami gangguan yang mengakibatkan motor yang mengalami gangguan berhenti.



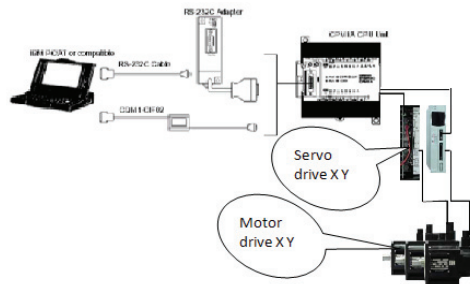
Gambar 4. Rangkaian sistem kontrol

TEORI

Numerical control atau biasa disingkat *NC* mempunyai arti kontrol numerik merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas melalui pemrograman dan dapat disimpan di media penyimpan elektronik berupa *flash disk*, *CD*, *memory card* atau *hardisk* eksternal. Hal ini berbeda dengan sistem pengoperasian mesin perkakas konvensional dimana untuk mengoperasikan mesin tersebut dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan cam. Mesin *NC* pertama diciptakan pertama kali sekitar tahun 1940 dan 1950, dengan memodifikasi mesin perkakas biasa. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menambahkan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera menggantikan sistem konvensional dan kemudian berkembang lagi dengan menggunakan komputer digital sebagai sarana pengoperasiannya sehingga terwujudlah mesin perkakas modern yang disebut mesin *Computer Numerical Control (CNC)* yang dikemudian dapat merevolusi proses pembuatan benda kerja berdasarkan desain^[2]. Mesin *CNC* tersebut mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program *CAD*, hal ini dikarenakan bahasa pemrograman mesin *CNC* yaitu *G-Code* dapat diperoleh dengan mengkonversi model tiga dimensi menjadi *G-Code*. Mesin-mesin *CNC* dibangun untuk dapat menjawab tantangan di dunia manufaktur modern, dengan mesin *CNC*, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 0,01 mm dan pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama serta waktu pengerjaan cepat dapat dilakukan.

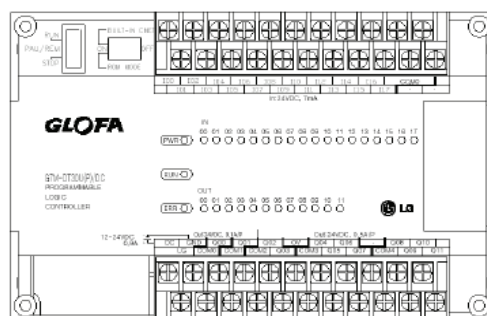
Kegiatan peningkatan kinerja mesin bubut dalam bentuk *retrofit* mesin dari manual menjadi *NC* meliputi kegiatan di bidang mekanik, elektrik / instrumentasi dan pemrograman. Kegiatan mekanik meliputi perubahan sistem penggerak yang semula digerakkan secara manual oleh operator diganti dengan *motor servo*. Dengan adanya *motor servo* sebagai penggerak sehingga dibutuhkan dudukan *motor servo*, kopling, dan panel kontrol yang berisikan perangkat instrumentasi sebagai sistem operasi motor servo. Kegiatan elektrik / instrumentasi meliputi penentuan *trafo step down* dari 380 / 220 volt menjadi 220 / 110 volt tiga fase, koneksi sistem arus kuat, pengkabelan dari motor servo ke *driver* dan lain-lain. Bagian akhir dari rangkaian kegiatan retrofit adalah pemrograman, *setting* dan kalibrasi sistem mekanik dan numerik. Seluruh rangkaian kegiatan berjalan saling mendukung satu sama lain sehingga menghasilkan satu mesin bubut dengan sistem kontrol yang baru dan berbasis pada *Programmable Logic Controller*

(PLC) dengan menggunakan *software* APM untuk pengoperasiannya. Secara umum penambahan sistem kontrol NC ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini^[3].



Gambar 5. Prinsip kerja sistem kendali NC untuk mesin bubut

Modifikasi yang dilakukan pada mesin bubut tipe Alpine-350 yaitu dengan menggantikan gerakan manual operator pada engkol eretan arah radial dan aksial dengan *motor servo* yang dikontrol oleh sistem kendali NC melalui *driver motor*. Gerakan *motor* dapat diprogram dengan *software* APM sesuai dengan yang dikehendaki oleh operator melalui perangkat komputer. PLC merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, dan atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral^[4]. PLC menerima masukan dan menghasilkan keluaran sinyal-sinyal listrik untuk mengendalikan suatu sistem. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia yang dikendalikan sebelum diolah oleh PLC, akan diubah menjadi sinyal listrik baik *analog* maupun digital, yang merupakan data dasarnya. Karakter proses yang dikendalikan oleh PLC sendiri merupakan proses yang sifatnya bertahap, yakni proses itu berjalan urut untuk mencapai kondisi akhir yang diharapkan. Bentuk fisik PLC seperti terlihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Rangkaian PLC

Kontaktor, seperti pada Gambar 7, yang digunakan pada *retrofit* mesin bubut berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menggerakkan *motor* yang mempunyai daya besar dan tegangan 220 volt, koil untuk mengendalikan kontaktor bertegangan 24 volt AC, tegangan koil ini cukup aman dari bahaya sengatan listrik apabila terjadi kecelakaan kerja pada operator. Unjuk kerja kontaktor magnetis sama dengan relay elektromekanis (EMR) yaitu kontaktor bekerja apabila kumparan diberi catu daya listrik. Untuk kontaktor magnetis tiga fasa hanya digunakan untuk harus bolak-balik (AC) dapat mensuplai daya cukup besar dan arus kuat sedangkan *relay* elektromekanis umumnya digunakan pada rangkaian elektronika dengan daya relatif kecil arus lemah tegangan searah (DC). Keduanya mempunyai keistimewaan penting yang umum yaitu kontaktor bekerja apabila kumparan diberi energy^[5]. *National Electrical Manufacture Assosiation* (NEMA) mendefinisikan kontaktor magnetis sebagai alat yang digerakkan secara magnetis untuk menyambung atau memutuskan secara berulang-ulang rangkaian daya listrik dengan tanpa merusak pada beban yang dapat berupa lampu, pemanas, transformator, *motor* listrik dan lain-lain.



Gambar 7. Kontaktor tiga fasa dan relay

HASIL DAN DISKUSI

Kegiatan *retrofit* mesin bubut berupa mengkonversi mesin bubut konvensional menjadi mesin bubut berbasis NC dapat meningkatkan kinerja mesin baik dalam hal efisiensi pengoperasian maupun tingkat ketelitian. Penggunaan *motor servo* sebagai penggerak eretan radial dan eretan aksial merupakan pilihan yang tepat karena pengoperasian *motor servo* mudah dilakukan dengan menggunakan PLC dan pemrograman menggunakan *software* APM. Pengoperasian PLC sangat tergantung dari instalasi atau pengkabelan yang menghubungkan komponen-komponen termasuk PLC dalam suatu panel kontrol, dengan demikian rancang bangun instalasi sistem kontrol perlu dilakukan untuk mendukung kegiatan *retrofit* mesin bubut tersebut.

Rancang bangun instalasi sistem kontrol pada otomasi mesin bubut terdiri dari instalasi catu daya yang berfungsi memberikan catu daya listrik pada komponen-komponen dan instalasi kontrol yang berfungsi mengatur beroperasinya komponen-komponen, dimana instalasi sistem kontrol tersebut ditempatkan dalam suatu panel kontrol seperti terlihat pada Gambar 8. Pengujian mesin bubut NC hasil modifikasi dilakukan dengan cara mengoperasikan mesin untuk melakukan pembubutan arah radial dan aksial pada benda kerja berupa besi silinder pejal dan didapatkan hasil pembubutan yang cukup memuaskan. Dengan demikian kegiatan retrofit mesin bubut yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja mesin bubut telah berhasil diselesaikan dengan baik dan benar, dan untuk rencana selanjutnya akan dilakukan peningkatan sistem pengoperasian mesin bubut dari NC menjadi CNC.



Gambar 7. Rancang bangun instalasi sistem kontrol

KESIMPULAN

Rancang bangun instalasi sistem kontrol pada mesin bubut tipe Alpine-350 perlu dilakukan untuk mendukung peningkatan kinerja mesin bubut. Peningkatan kinerja berupa otomasi mesin bubut berbasis *Numerical Controller* dapat mengurangi ketergantungan terhadap ketrampilan seseorang operator tertentu dalam mengoperasikan mesin bubut. Kegiatan pengembangan mesin bubut selanjutnya menjadi mesin berbasis *Computer Numerical Controller* siap untuk dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kegiatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada Dedy Haryanto yang telah banyak membantu dalam mengedit makalah ini, juga kepada teman-teman lainnya sehingga makalah ini sukses.

DAFTAR PUSTAKA

1. SATMOKO, A., "*Optimalisasi Laboratorium dan Fasilitas Dukung Teknologi dan Keselamatan*", Usulan Kegiatan PTRKN, 2009.
2. HAFID, A., "*Otomasi Mesin Bubut dengan Kontrol Numerik Tahap 2 dan Optimalisasi Peralatan Bengkel*", Usulan Sub kegiatan PTRKN, Agustus 2009.
3. ANONYMOUS, "*Mecapion HX-Model System H/W*", Dalseo-Gu, Daegu, Korea, 2007.
4. TIAHJONO, A., "*Programmable Logic Controller*", Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1998.
5. SUMANTO, "*Generator Sinkron dan Motor Sinkron*", Yogyakarta.