

Disain Sistem Kontrol Mesin Arc Welding dengan Robot di Housing Assembly Line Menggunakan Sistem Kendali PLC Mitsubishi Q-Series, Robot Controller OTC AX-26, dan CC-Link

Syahril Ardi, Febrika Tasiawati

Program Studi Teknik Produksi & Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra
Jl. Gaya Motor Raya No.8, Sunter II, Jakarta 14330, Jakarta
Email: syahril.ardi@polman.astra.ac.id

Abstrak -- PT BCD merupakan perusahaan industri manufaktur yang memproduksi rear axle, propeller shaft, front axle, dan transmission assembly. Pada housing assembly (bagian komponen rear axle) line manufaktur PT BCD mendapat tambahan pesanan produk dari customer yaitu produk housing assembly tipe D01N. Terdapat beberapa proses yang tidak dapat dijalankan apabila tidak mengganti pekerjaan pada proses tersebut. Salah satunya adalah proses pemasangan bracket small part dengan menggunakan welding penuh yang terdiri dari 2 proses, yaitu proses pada station welding manual dan proses pada station M14 yang menggunakan mesin saddle spring arc by auto. Kondisi inilah yang menyebabkan diperlukannya sebuah mesin yang dapat menjalankan proses pada station M14, proses manual, dan proses untuk model D01N. Mesin yang dapat mengerjakan ketiga proses tersebut adalah mesin welding arc by robot. Rancang bangun sistem kontrol mesin welding arc by robot yang sesuai dengan sequence yang diinginkan juga dibutuhkan untuk menunjang proses pemasangan bracket small part pada produk-produk yang diproduksi di line ini. Mesin welding arc by robot dapat mengatasi permasalahan yang ada, yaitu menunjang proses produksi di housing assembly line khususnya pada proses pemasangan bracket small part, kapasitas produksi tipe D01N meningkat dari 0 menjadi 2000 produk.

Kata kunci: bracket small part, saddle spring arc by auto, housing assembly, arc welding by robot

Abstract -- PT BCD is a manufacturing company that produces rear axle, propeller shaft, front axle and transmission assembly. In the housing assembly (rear axle component parts) manufacturing line PT BCD obtain additional product orders from customers that the product type D01N housing assembly. There are several processes that cannot be executed if it does not change jobs in the process. One is a small part of the installation bracket using the full welding which consists of two processes, namely the processes in the manual and the welding station at station M14 engine that uses a spring saddle arc by auto. This condition causes the need for a machine that can run the process at station M14, manual processes, and processes for the model D01N. Machine that can do these three processes is arc welding machine by a robot. Design of arc welding machine control system by a robot in accordance with the desired sequence is also needed to support the process of mounting brackets small part on the products that are produced in this line. Arc welding machine by a robot can overcome the existing problems, which support the production process in the housing assembly line, especially on small parts of the installation bracket, D01N type production capacity increased from 0 to 2000 products.

Keyword: bracket small part, saddle spring arc by auto, housing assembly, arc welding by robot

1. PENDAHULUAN

PT BCD merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi under body part seperti: propeller shaft, rear axle, front axle, transmission assembly.

Pada rear axle terdapat beberapa bagian yaitu differential carrier, drum brake, bearing, dan housing assembly. Housing assembly merupakan part yang digunakan untuk melindungi bagian-bagian dari rear axle. PT. BCD memiliki 5 line yang memproduksi housing

assembly yaitu housing assembly line A, housing assembly line B, housing assembly line C, housing assembly line D, housing assembly line E.

Saat ini PT BCD sedang menambah jumlah mesin dan meningkatkan kualitas mesin sehubungan dengan adanya project capacity up ix yaitu penambahan permintaan produk D01N dari customer dan salah satunya line yang menjalankan project ini adalah housing assembly line A. Salah satu mesin yang akan

ditambahkan pada *line* tersebut adalah mesin *arc welding by robot* yang akan diberi kode proses M-16. Mesin ini nantinya akan menggantikan fungsi mesin *saddle spring arc by auto* dengan kode proses M-14. Sebelumnya M-14 digunakan untuk mengelas *saddle spring* pada *housing* model CJ dan L300, dan proses M-16 akan mengelas *saddle spring* juga *bracket small part* lainnya yang terdapat pada produk *housing* D01N.

Ada beberapa alasan mengapa proses M-16 harus diadakan dalam proses di *housing assembly line* A:

1. Masuknya produk D01N pada *housing assembly line* A yang sebelumnya hanya memproduksi model CJ dan L300.
2. Kondisi mesin yang ada pada saat ini tidak mendukung untuk mengelas *bracket small part* pada produk D01N ditambah pada produk CJ dan L300 ada beberapa pengelasan penuh *bracket small part* yang dilakukan manual oleh operator.
3. Dibutuhkan mesin yang dapat mencangkup proses pada station M14, proses manual, dan proses untuk model D01N.

Untuk itu pada *project capacity up* di *housing assembly line* A, membutuhkan penambahan dan perbaikan beberapa mesin, salah satunya pengadaan mesin *arc welding by robot* (M-16).

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem kontrol mesin *arc welding by robot* yang dapat mengelas penuh *bracket small part* pada tipe CJ dan tipe L300 serta produk baru tipe D01N serta membuat sistem kontrol yang dapat mengintegrasikan antara PLC dengan I/O yang ditambahkan sistem CC-Link dan *robot controller*.

2. PERANCANGAN

Arc Welding Robot

Arc welding robot adalah mesin yang berfungsi melakukan proses pengelasan dengan ketentuan koordinat posisi robot, nilai parameter arus (A), tegangan (V), speed (cm/min) yang diberikan. Hal yang menyangkut dengan pemberian parameter ini tergantung dengan kebutuhan produk yang ingin dilas, baik jenis logam, jumlah, dan teknik pengelasan.

Robot Controller

Robot controller adalah sebuah controller yang digunakan untuk mengontrol pergerakan suatu manipulator berupa robot dengan perintah-perintah tertentu. *Robot controller* dapat berupa PLC, *microcontroller* atau sistem yang terintegrasi (*embedded system*). *Robot controller* digunakan sebagai jembatan antara PLC mesin dengan *welding robot* yang umumnya

dilakukan dengan komunikasi point to point (Bayindir dan Cetincevic, 2011), (Swider *et al.*, 2005), (Valencia-Palomo dan Rossiter, 2011), (Rullan, 1997), (Wang *et al.*, 2011) dan (Yves, 2009). Pada penelitian sebelumnya, kami sudah melakukan penelitian untuk beberapa studi kasus yang berbeda-beda (Ardi, 2012-2013).

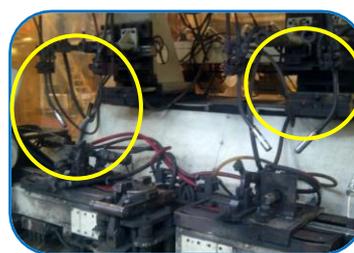
Permasalahan pada Proses Pemasangan Bracket Small Part

Pada *housing assembly line* A terdapat sub proses pemasangan *bracket small part*, dan pada sub proses ini terapat mesin yang sudah tidak dapat dipakai lagi sehubungan dengan adanya *project capacity up*. Mesin yang tidak dapat digunakan adalah mesin *saddle spring arc by auto*, sesuai dengan namanya mesin ini hanya dapat mengelas *bracket saddle spring*, sedangkan untuk produk baru pada *line* ini mesin harus dapat mengelas *bracket-bracket* D01N yang memiliki titik pengelasan yang rumit. Sebelumnya *bracket* selain *saddle spring* dilas pada *station welding manual*.

Berdasarkan urutan kerja proses pemasangan *bracket small part* dengan *welding* penuh, ditemukan beberapa masalah pada *station welding manual* maupun station M14 yang dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Permasalahan pada proses pemasangan *bracket small part* di *station welding manual* (b) Permasalahan pada proses pemasangan *bracket small part* di station M14

Gambar 1 (a) memperlihatkan bahwa masalah pada *station welding manual* adalah:

1. Penyangga *housing assembly* yang berupa *shooter*, *shooter* sendiri tidak dirancang untuk dijadikan sebuah *station*.

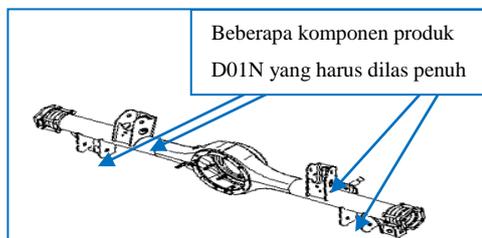
- Proses mengelas masih dilakukan oleh operator dimana setiap operator memiliki kondisi fisik yang berbeda. Ditambah lagi jika produk D01N mulai diproduksi di *line* ini maka proses pengelasan yang dilakukan operator bertambah sehubungan dengan banyaknya *bracket small part* yang harus dipasang pada *housing assembly* tipe D01N.

Sedangkan Gambar 1 (b) memperlihatkan bahwa masalah pada station M14 adalah:

- Posisi *torch* pada station M14 tidak *flexible* karena hanya dapat diubah pada pengaturan di awal.
- Jika meminimalisir pekerjaan operator dengan melakukan proses pengelasan *bracket small part* dari *housing assembly* D01N pada station M14, maka station M14 tidak mampu melakukan pengelasan, karena titik las pada *housing assembly* tipe D01N sulit dicapai oleh station M14.

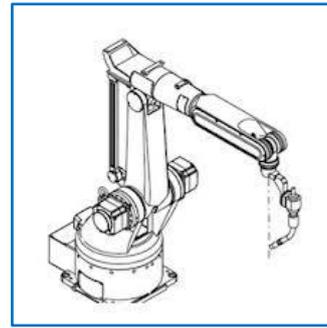
Penanggulangan dan Hasil yang Diharapkan

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dibutuhkan sebuah mesin *welding* dengan *torch* yang *flexible*, yang mampu mengelas dengan posisi *torch* yang dapat diubah sesuai kebutuhan (dibutuhkan *welding robot*), juga mampu melakukan pengelasan yang sebelumnya dilakukan oleh operator. Kebutuhan mesin yang diharapkan saat ini terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Beberapa komponen produk D01N yang harus dilas penuh

Gambar 2 memperlihatkan beberapa komponen produk D01N yang harus dilas penuh oleh mesin *welding*. Mesin M-14 yang semula dipergunakan khusus untuk mengelas *saddle spring* pada produk CJ dan L300 tidak mampu untuk mengelas komponen-komponen yang terdapat pada produk D01N. Jika dipaksakan menggunakan mesin M-14 tidak akan efisien karena posisi *torch* harus selalu diatur seiring dengan perpindahan pengelasan dari komponen satu ke komponen yang lainnya. Oleh karena itu diperlukan aktuator untuk mengelas yang *flexible* seperti pada Gambar 3.



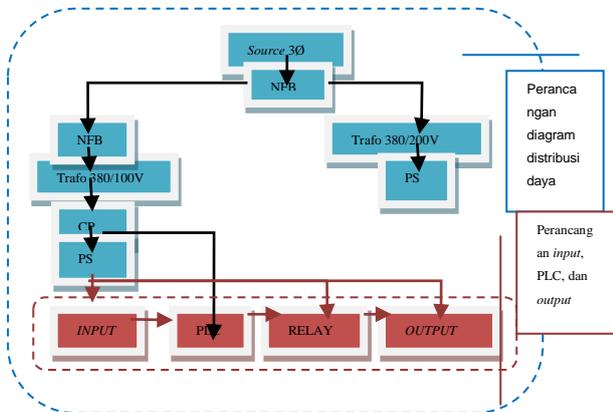
Gambar 3. Desain *welding robot* yang akan digunakan sebagai aktuator mesin *welding*

Gambar 3 memperlihatkan desain aktuator mesin *welding* berupa *welding robot*. Robot digunakan sebagai aktuator karena lebih *flexible* dibanding *torch* yang digunakan pada mesin M-14 juga robot dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan (tidak perlu *setting torch manual*). Dalam pembuatan sistem kontrol baru pada mesin *welding* harus disesuaikan dengan konsep yang diharapkan dan mampu memenuhi kebutuhan mesin tersebut, yaitu sebagai berikut:

- Sistem kontrol menggunakan perangkat kontrol berupa PLC yang dapat digunakan untuk mengoperasikan mesin *welding* secara *auto* serta penambahan sistem *manual* yang langsung dikendalikan oleh PLC dan melalui HMI.
- PLC yang digunakan adalah yang sering digunakan di perusahaan PT BCD, yaitu PLC Mitsubishi.
- Membutuhkan *jig* yang dapat *indexing* dengan sudut yang presisi untuk produk CJ dan L300 pada sudut 45°, 135° dan 270°, sedangkan pada produk D01N pada sudut 45°, 90°, 270° dan 315°.
- Membutuhkan *welding robot* yang dapat mengelas sesuai posisi *bracket small part* yang akan di las.
- Membutuhkan sistem *clamping* yang hanya *mengclamp* di bagian *housing end* agar dapat menjangkau batas pergerakan pada robot.
- Terdapat sistem *poka yoke* untuk *jig* dan *stopper* karena operator seringkali salah mengambil *jig* atau *stopper* pada saat *dandori* ditambah lagi ada 1 produk, hal ini agar tidak terjadi *defect* pada produk, karena mesin tidak dapat memproses apabila salah mengambil *jig* atau *stopper*.
- Membutuhkan mesin yang memiliki *sequence* yang dimulai dengan meringankan pekerjaan operator saat *loading* produk, proses *clamping*, proses *welding* dengan robot, selesai.

3. HASIL DAN ANALISIS

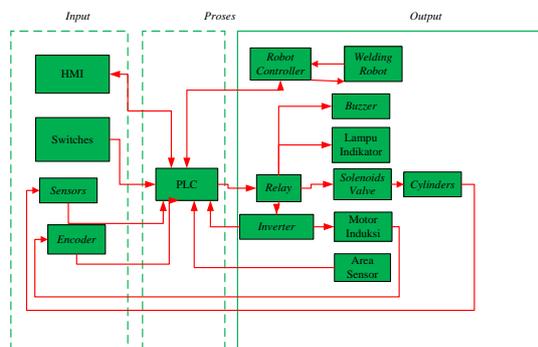
Perancangan elektrik pada sistem kontrol mesin *arc welding by robot* ini dibagi menjadi perancangan diagram distribusi daya, perancangan *input*, perancangan Input/Output dan program pada PLC serta perancangan *output* seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan elektrik pada sistem kontrol mesin

Gambar 4 memperlihatkan sumber listrik 380 VAC dihubungkan ke NFB untuk memproteksi ketika terjadi gangguan arus beban lebih dan hubungan arus singkat. Setelah itu, daya listrik dibagi kembali, yang pertama ke trafo *step down* 380/200 V yang nantinya akan digunakan sebagai sumber untuk *robot controller*, dan yang kedua yaitu trafo 380/100 V yang sebelumnya diamankan oleh NFB untuk menjaga *main panel* ketika terjadi gangguan arus beban lebih dan hubungan arus singkat. Trafo dihubungkan dengan CP yang juga berfungsi untuk menjaga saat beban berlebih atau hubungan arus singkat, CP dihubungkan dengan PS (*Power Supply*) yang digunakan untuk sumber tegangan bagi beberapa komponen *input*, relay, dan beberapa komponen *output*.

Blok diagram penggunaan perangkat yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perancangan elektrik pada sistem kontrol mesin

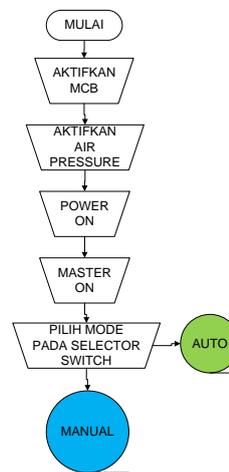
Gambar 5 memperlihatkan penggunaan perangkat-perangkat pada mesin *arc welding by robot*.

Pembuatan Program PLC

Pembuatan program dilakukan apabila sudah mengetahui prinsip kerja mesin, dan prinsip-prinsip kerja mesin.

Prinsip Kerja Mesin

Realisasi program yang dilakukan pertama kali adalah menentukan prinsip kerja dari mesin. Prinsip kerja dari mesin berkaitan dengan urutan kerja yang akan dilakukan oleh operator. Berikut urutan kerja yang dilakukan oleh operator mesin *arc welding by robot* yang digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 6.



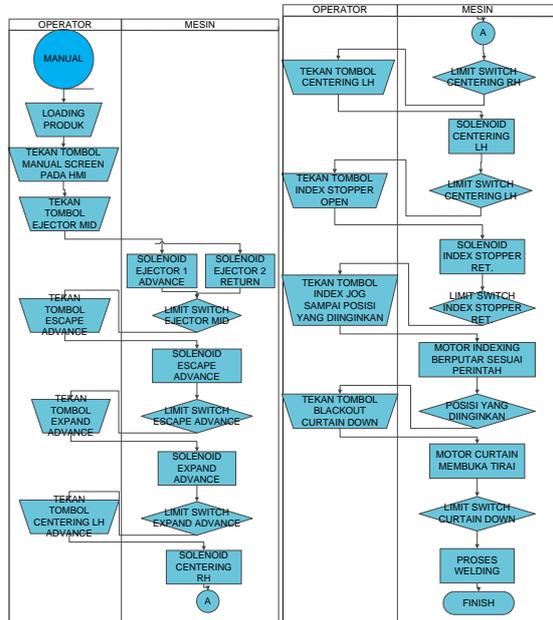
Gambar 6. Flow proses urutan kerja operator mesin *Arc welding by robot*

Berdasarkan Gambar 6, prinsip kerja mesin dibagi menjadi 2 bagian, yaitu kerja *manual* dan kerja *auto*. Kerja *manual* digunakan hanya untuk proses perbaikan atau pengaturan *reed switch*, *cylinder* dan *jig*. Sedangkan kerja *auto* digunakan untuk proses produksi. Hal pertama yang harus dilakukan operator untuk memulai proses pada mesin adalah mengaktifkan MCB, selanjutnya mengaktifkan *air pressure switch*, setelah itu menekan tombol *power on*, dan *master on*. Setelah hal tersebut dilakukan, selanjutnya operator memilih *mode manual* atau *auto* pada *selector switch*. Sementara itu untuk kerja *manual* dan *auto* akan dibahas pada pembahasan di bawah ini.

Prinsip Kerja Mesin dengan *Manual mode*

Berdasarkan flow proses kerja mesin dengan *manual mode*, diawali dengan proses *loading* produk. Pada HMI terdapat tampilan

pengaturan *manual* operation, disitu kita dapat mengoperasikan secara *manual* aktuator yang diinginkan, tidak harus sesuai dengan *sequence* mesin. Gambar 7 memperlihatkan flow proses kerja mesin dengan manual mode.



Gambar 7. Flow Proses kerja mesin dengan *Manual mode*

Ada beberapa syarat, yaitu:

- Jika *index stopper* sedang dalam keadaan close maka *indexing jig* tidak dapat berputar
- Jika shutter dalam keadaan close maka silinder *escape* tidak dapat bergerak naik.

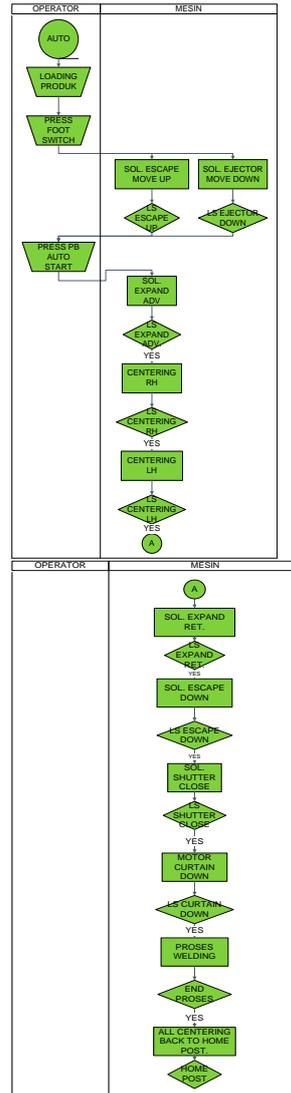
Prinsip Kerja Mesin dengan *Auto mode*

Gambar 8 memperlihatkan flow proses kerja mesin *arc welding by robot* dengan *auto mode*. Setiap pengecekan semua aktuator apakah sudah mencapai tujuan yang diinginkan, terdapat 2 pilihan, Yes atau No. Jika aktuator Yes atau mencapai tujuan yang diharapkan maka akan berlanjut ke proses selanjutnya. Namun bila No atau aktuator tidak mencapai tujuan yang diharapkan, maka akan mengaktifkan *alarm* seperti pada Gambar 9.

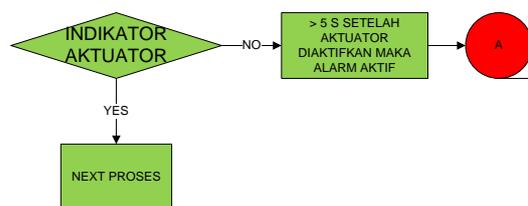
Jika *alarm* aktif maka akan mengaktifkan sistem *alarm* seperti pada Gambar 10.

Pemrograman

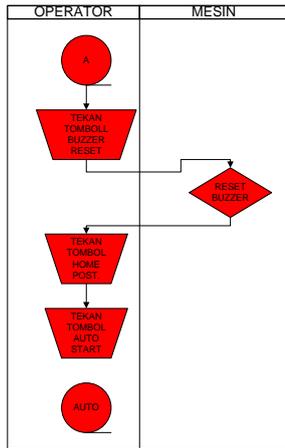
Sequence utama yang dibutuhkan adalah program dengan mode *auto*, sebelum membuat program pada software GX Works2 harus dibuat flowchart terlebih dahulu. Berikut *flowchart* dari program pada sistem kontrol mesin *arc welding by robot* dengan *Auto mode* pada Gambar 11 dan Gambar 12.



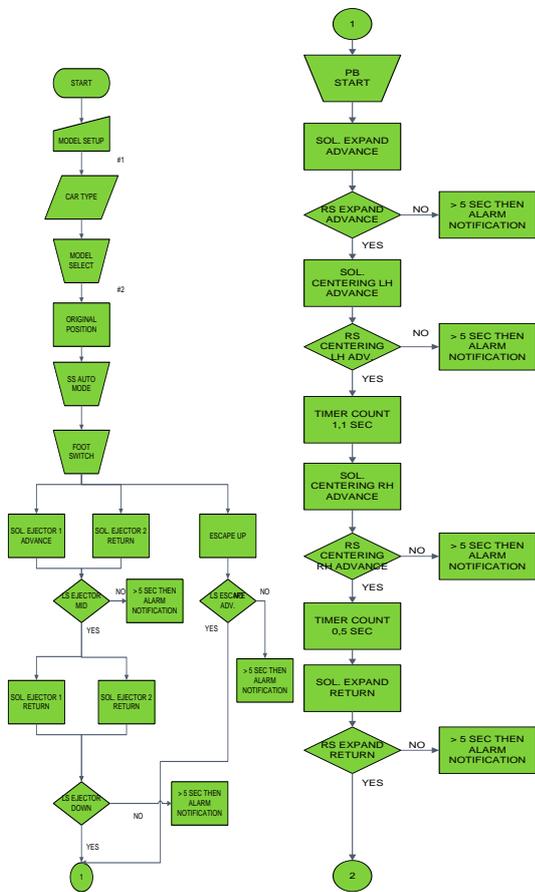
Gambar 8. Flow Proses kerja mesin dengan *auto mode*



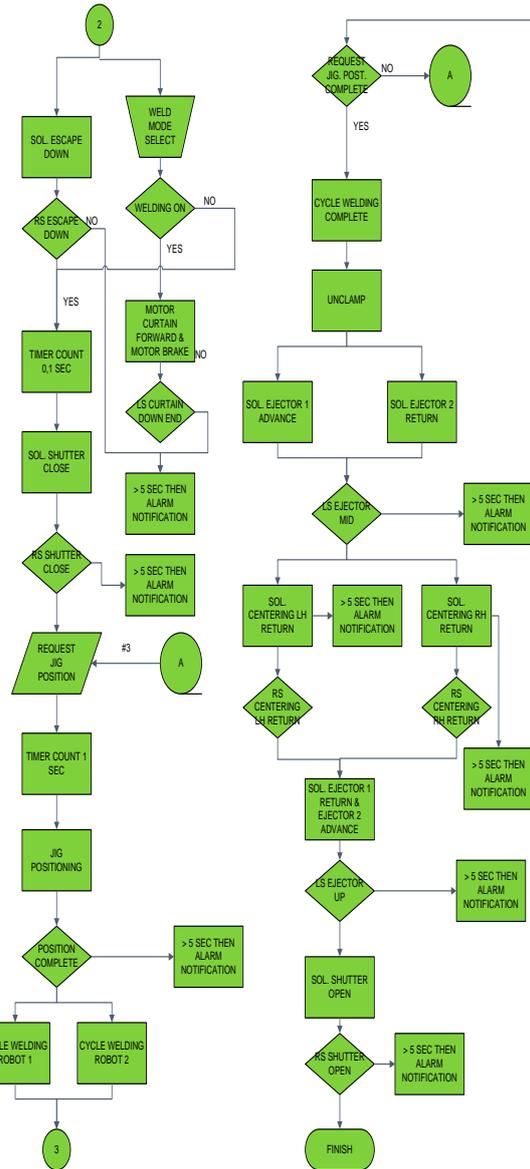
Gambar 9. *Flow chart* aktifnya alarm



Gambar 10. Flow Proses sistem alarm



Gambar 11. Flowchart Program mesin arc welding by robot mode auto



Gambar 12. Flowchart Program mesin arc welding by robot mode auto

4. KESIMPULAN

Sistem kontrol yang mengendalikan mesin arc welding by robot telah mampu mengelas *bracket small part* pada produk lama tipe CJ, tipe L300, dan produk baru tipe D01N yang semula tidak dapat mengelas *bracket small part* pada produk D01N. Hal ini karena adanya keterbatasan gerak *torch* mesin. Sistem control juga mampu mengerjakan proses pengelasan penuh pada pemasangan *bracket small part* tanpa harus ada *station welding manual*. Pembuatan sistem kontrol pada mesin arc welding by robot telah mampu membantu meningkatkan kapasitas produksi *Housing assembly line A* dari 0 menjadi 2000 produk.

Program PLC menggunakan bahasa ladder diagram dengan *software GX Works2* telah berfungsi sesuai dengan urutan kerja yang diinginkan, yaitu adanya mode *manual*, mode otomatis, program *origin return*, program untuk sistem *alarm*, dan program *indexing*. *Line stop* yang diakibatkan oleh *control fault* yang terjadi, dapat ditangani oleh mesin yang baru. Berdasarkan data, *line stop* akibat *control fault* pada *main assembly line* pada bulan Februari hingga Mei 2013 menjadi 0 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, S., Pratama, R. A., Power Saving on Piston washing Machine Modification by Utilizing Air Pressure and Programmable Logic Controller, Prosiding Seminar Nasional SciETec 2012, ISBN 978-602-97961-1-7, pp. TE15-1 – TE15-5.
- Ardi, S., Agus Ponco, Adli Fadli Kurnia, Design Control System of the Out Diameter Finish Machine Based on Programmable Logic Controller, Proceeding ICICI-BME 2013.
- Ardi, S., Alfian Subianto, Design Control System for Radio Battery Function Checking using Programmable Logic Controller, AICST 2012, Page: 185 – 194, Proceeding The 2nd ACIKITA International Conference on Science and Technology (AICST), 2012, ISBN: 978-602-18102-1-7.
- Ardi, S., Hirotsugu Minowa, and Kazuhiko Suzuki, "Failure Detection Algorithm Based on Intelligent Monitoring of Safety Components", Proceeding of the 2008 International Joint Conference in Engineering, IJSE2008, August 4-5, Jakarta, Indonesia, 2008.
- Ardi, S., Lin Prasetyani, Reza Guntur Budianto, "Pokayoke Control System Design using Programmable Logic Controller (PLC) on Station Final Check Propeller Shaft", Halaman: C-74 – C-80, Proceeding Annual Engineering Seminar 2013, ISBN: 978-602-98726-2-0
- Ardi, S., Nuryani, M, "Design of Gasket Loading and Crimping Machine Control System for Oxygen Sensor Products 2 Wheel Vehicle Based PLC" Page: 79-85; Proceeding ISSTIN 2012; ISBN: 978-602-19043-0-5
- Ardi, S., Rini Riyanti, "Alat Penghilang Burry dengan Sistem Pneumatik dan PLC pada Mesin Centerless Grind Rough NTV – 624", Prosiding RIMTEK 2013.
- Ardi, S., Siamdani, C., "Control System Design of the Machine Pump Inspection using PLC-LG Glofa G7M DR60A in PT XYZ"; Technologic Vol.3 No.1; ISSN: 2085-8507; pp. 38-43
- Ardi, S., Suhartinah, "Otomatisasi Pergerakan Table Slide GW (*Grinding Wheel*) Seat Grinder NTV-618 Dengan Menggunakan *Induction Motor Brake*", Halaman: 381-388, Prosiding Seminar Nasional Industrial Services, SNIS 2013.
- Bayindir, R., Cetincevic, Y., A Water pumping control system with a programmable logic controller (PLC) and industrial wireless modules for industrial plants-an experimental setup, ISA Transaction 50 (2011), pp. 321-328.
- Rullan, A., Programmable Logic Controllers versus Personal Computers for Process Control, Computers ind. Engineering, Nos 1-2, pp. 421-424, 1997.
- Swider, J., G. Wszolek, W. Carvalho, Programmable controller designed for electro-pneumatic systems, Journal of Materials Processing Technology 164-165 (2005), pp. 1459-1465.
- Valencia-Palomo, G., J.A. Rossiter, Programmable logic controller implementation of an auto-tuned predictive control based on minimal plant information, ISA Transactions 50 (2011), pp. 92-100.
- Wang, R., Song, X., Zhu, J., Gu, M., Computers in Industry 62 (2011), pp. 23-31.
- Yves, Fiset J, 2009, Human Machine Interface Design for Process Control Applications, ISA.