

Modifikasi Kontrol Mesin *Autoloading* Piston Berbasis PLC di Perusahaan *Sparepart* Otomotif Indonesia

¹Lin Prasyani*, ¹Djoko Subagio ¹Yoga Cahyo & ²Tresna Dewi

¹Politeknik Manufaktur Astra

²Politeknik Negeri Sriwijaya

lin.prasyani@polman.astra.ac.id*

Abstrak

Sebuah perusahaan otomotif di Indonesia yang memproduksi piston mendapatkan permintaan dari pelanggan untuk meningkatkan jumlah produksinya. Penambahan jumlah karyawan sudah tidak dimungkinkan lagi, karena adanya kebijakan perusahaan. Line 6 merupakan salah satu line yang memproduksi tipe piston yang mengalami jumlah peningkatan permintaan. Pada line produksi ini, terdapat beberapa proses yaitu; proses *Center Bosk Cutting (CBC)*, *grafir* dan *manual storage*. Ketiga proses tersebut masih terpisah satu sama lain dan masih menggunakan proses manual disetiap prosesnya. Melihat kondisi yang ada, Divisi *maintenance* perusahaan tersebut yang bekerjasama dengan akademisi memiliki gagasan untuk melakukan *improvement* berupa modifikasi pada proses kontrol otomatisasi *manual storage* menjadi proses *autoloading*, dengan jalan membuat mesin *autoloader* otomatis. Proses *autoloading* ini juga dibuat dengan mengintegrasikan seluruh proses menjadi satu proses dimana proses pada CBC dan *grafir* tersusun di dalam satu mesin. Modifikasi kontrol mesin ini juga berfungsi saat meletakkan piston secara otomatis ke dalam box setelah proses selesai. Mesin *autoloading* piston ini dibuat dengan menggunakan PLC OMRON CJ1M CPU21. Pembuatan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan jumlah produksi piston sebanyak 20% dari jumlah produksi awal.

Kata Kunci: Kontrol mesin; *Autoloading*; PLC Omron

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sebuah perusahaan *sparepart* Indonesia mendapat permintaan dari pelanggan untuk menambah line produksi yang baru, sedangkan beberapa karyawan telah memasuki masa pensiun. Hal ini membuat perusahaan harus menambah karyawan baru. Namun demikian, perusahaan sendiri mempunyai kebijakan tidak ada rekrutmen karyawan baru pada line tersebut. Sedangkan penambahan permintaan jumlah produksi yang tinggi setiap tahunnya harus terpenuhi menjadi tantangan tersendiri untuk setiap perusahaan. Sehingga perusahaan ingin memaksimalkan produktivitas dengan melakukan modifikasi kontrol mesin. Sehingga diharapkan terdapat peningkatan hasil produksi dari setiap *manpower* yang

Pada bulan Januari Divisi *Maintenance* yang bekerjasama dengan pihak akademik memiliki gagasan untuk mendukung kebijakan perusahaan berupa melakukan *improvement* dalam bentuk modifikasi pada proses kontrol otomatisasi *manual storage* menjadi proses *autoloading*, dengan jalan membuat mesin *autoloader* otomatis. Proses *autoloading* ini dibuat menjadi satu proses dengan proses CBC dan *grafir* yang tersusun di dalam satu mesin. Sehingga mesin tersebut dapat berfungsi untuk meletakkan piston secara otomatis ke dalam box. Gagasan tersebut diharapkan mampu memaksimalkan kinerja *man power* dan meningkatkan kapasitas produksi pada line produksi.

Mengingat pentingnya kebutuhan perusahaan terhadap modifikasi control mesin tersebut, maka tim mengangkat masalah ini sebagai tema aplikasi ilmu pengetahuan pada dunia industri dengan judul "Modifikasi Kontrol Mesin *Autoloading* Piston Berbasis PLC di Perusahaan *Sparepart* Otomotif Indonesia" pada paper ini.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka perumusan masalah yang dibahas adalah bagaimana membuat *design*, elektrik dan program mesin *autoloader* sehingga dapat difungsikan untuk meletakkan piston ke dalam box secara otomatis. Perumusan masalah meliputi:

- Bagaimana melakukan integrasi mesin *autoloading* dengan proses CBC, *grafir* yang berbasis PLC Omron CJ2M-CPU21.
- Bagaimana menaikkan hasil *pieces per manpower* pada line produksi sebanyak 23.97%

1.3 Ruang Lingkup

- Membahas pembuatan *design* mesin *autoloading* piston
- Membahas pembuatan rangkaian elektrik dan program dari mesin *autoloading*

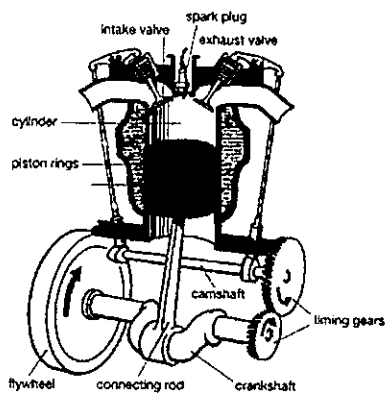
1.4 Tujuan dan manfaat

Tujuan dari perbaikan ini adalah mampu melakukan integrasi beberapa proses produksi melalui modifikasi kontrol mesin yang terdapat pada line produksi sehingga proses CBC, Grafir, dan *autoloading* dapat berada pada satu sistem kontrol yang sama sehingga peningkatan hasil produksi dapat tercapai.

2 Data

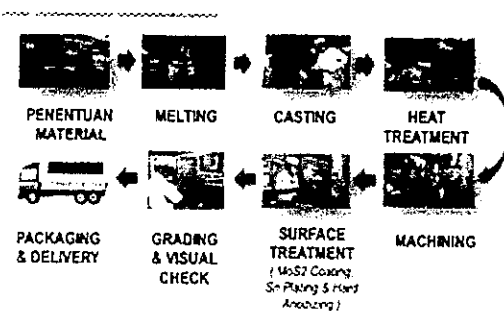
2.1 Pengenalan Produk

Produk yang dihasilkan pada perusahaan ini adalah piston pada kendaraan bermotor. Piston adalah sumbat geser yang terpasang di dalam sebuah silinder mesin pembakaran dalam silinder hidraulik, pneumatik, dan silinder pompa. Bagian-bagian mendetail dari piston dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Piston

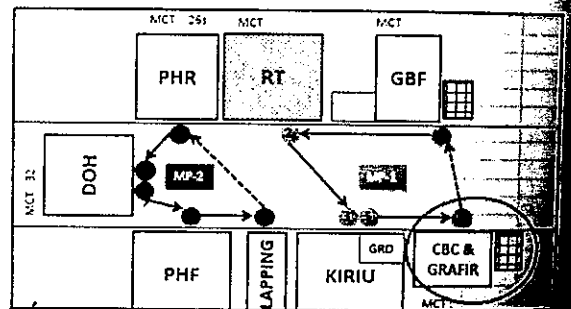
Untuk menghasilkan piston diatas maka proses yang harus dilalui meliputi:



Gambar 2.2 Proses pembuatan piston

2.2 Line Produksi

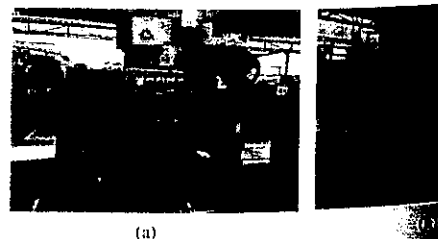
Line produksi piston yang akan dibahas adalah pada proses *casting*. Line ini memiliki sembilan mesin yang berfungsi untuk mengolah *material blind casting* menjadi piston yang telah ditentukan dimensinya. Mesin-mesin yang digunakan pada line ini yaitu *guide bore finish* (GBF), *rough turning* (RT), *pin hole roughing* (PHR) 1, *pin hole roughing* (PHR) 2, *drill oil hole* (DOH), *pin hole finish* (PHF), *ring groove finish*, *oil drill finish*, *center bosk cutting* (CBC) *grafir* dan *autoloading*. Line ini dioperasikan oleh 2 man power atau operator yang melakukan proses *machining* sesuai dengan area kerja masing-masing. Untuk mengetahui jenis, letak mesin, dan urutan proses yang ada di line produksi ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Line Produksi proses Casting
 Pada pembahasan kali ini aplikasi modifikasi kontrol dilakukan pada mesin CBC & Grafir. Proses loading setelah seluruh proses sebelumnya dilakukan.

2.3 Permasalahan pada Line Produksi

Proses CBC & grafir yang terdapat pada satu benda kerja. Selain itu, proses loading produksi saat ini masih dilakukan secara manual oleh operator dapat dilihat pada Gambar 2.4 tidak memaksimalkan kerja dari operator.



Gambar 2.4.(a) Proses CBC dan Grafir loading

3 Diskusi

3.1 Perancangan desain dan modifikasi mesin

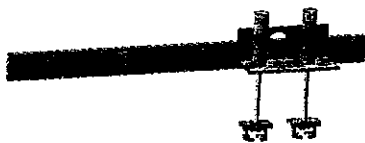
Mesin loading piston merupakan mesin yang dirancang untuk membantu *man power* dalam melakukan peletakkan piston kedalam box, dimana mesin ini dapat meletakkan piston secara otomatis kedalam box secara otomatis. Bagian Bagian yang di modifikasi dari mesin loading piston terdiri dari base box piston, base piston, dan base gripper.



Gambar 3. 1 Base Box Piston

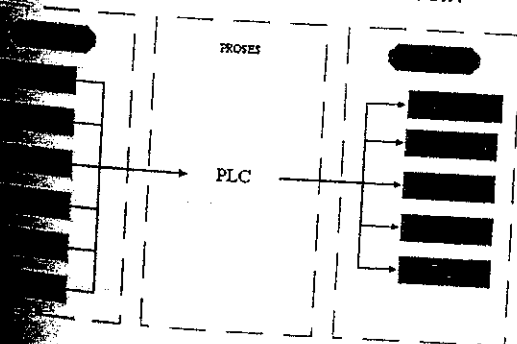


Gambar 3. 2 Base Piston



Gambar 3. 3 Base Gripper

3.2 Perancangan sistem kontrol mesin



Gambar 3.4.Diagram control PLC

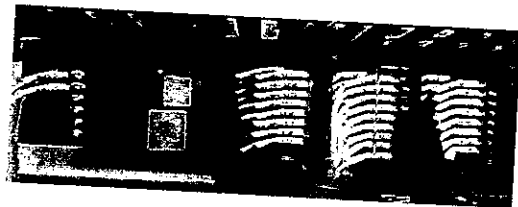
Gambar 3.4 menunjukkan sistem kontrol PLC yang menggunakan selector switch, push button selector, proximity sensor, reed switch dan emergency switch. Sinyal input diolah oleh PLC sebagai sistem control yang memberikan perintah ke pada sistem output yang

terdiri dari oriental motor, solenoid valve, indicator lamp, buzzer, dan relay.

3.3 Pembuatan:(a).pengkabelan, (b). assembly desain, (c). pemrograman mesin dan (d). pengujian

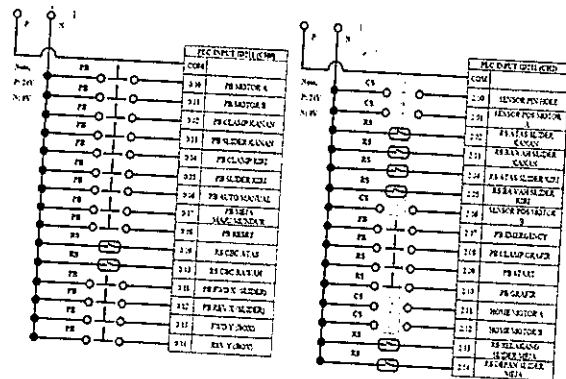
(a). Pengkabelan

PLC yang di gunakan sebagai control sistem ini adalah PLC OMOR CJ1M CPU21. PLC ini memiliki kapasitas program hingga 5K steps, dan data memory sebesar 32K words. PLC diaktifkan dengan tegangan 220 VAC langsung dari sumber tegangan AC.



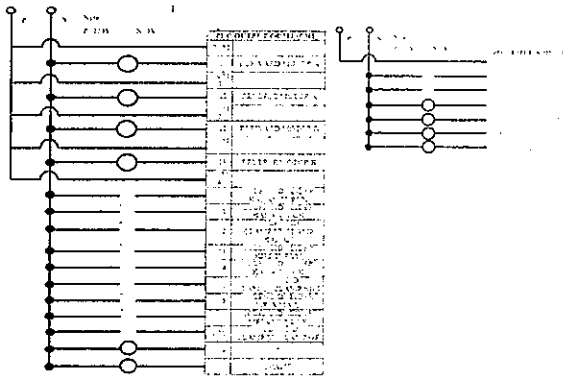
Gambar 3.5.Pengkabelan PLC

PLC CJ1M ID-211 merupakan bagian yang berfungsi sebagai modul input PLC. Modul ini berupa modul digital input karena modul ini tidak memiliki spesifikasi untuk sinyal-sinyal digital dan tidak dapat digunakan untuk sinyal analog. PLC memiliki 16 I/O, input voltage dan current 24 VDC dan 7mA.



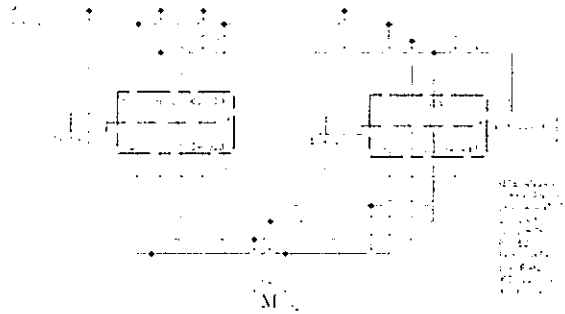
Gambar 3.6.Skematik input PLC

PLC CJ1M OC-211 merupakan bagian yang berfungsi sebagai modul output PLC. Modul ini berupa modul digital output karena modul ini tidak memiliki spesifikasi untuk sinyal-sinyal digital dan tidak dapat digunakan untuk sinyal analog. PLC memiliki 16 I/O, input voltage dan current 24 VDC dan 7mA. Pembuatan mesin auto loading ini terdapat pada channel 1 (CH1) dan channel 3 (CH3).



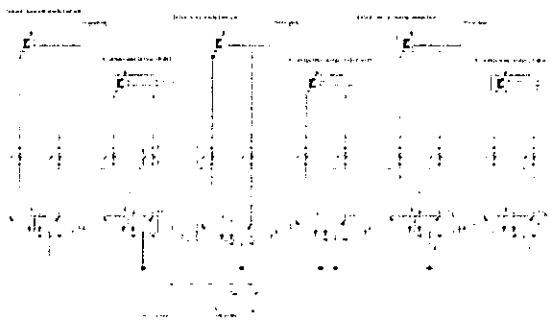
Gambar 3.7. Skematik output PLC

Pada mesin auto loading piston terdapat 4 relay yang berfungsi untuk menggerakkan motor ac 1 fasa, dimana 2 relay digunakan untuk menggerakkan 1 motor. Relay yang digunakan adalah OMRON MY4N, dimana relay ini memiliki 4 kontak NO dan NC. Terdapat juga sebuah kapasitor yang berfungsi sebagai stator atau penentu arah putaran motor. Gambar 4.6 memperlihatkan skema pengkabelan untuk satu motor AC 1 fasa.



Gambar 3.7. Skematik pengkabelan motor

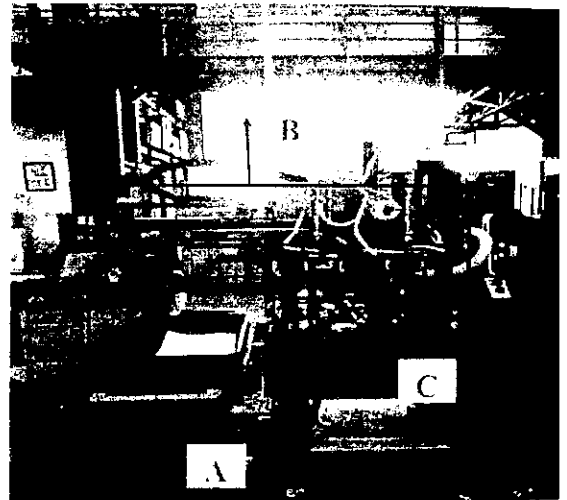
Pada mesin auto loading piston terdapat 3 buah silinder pneumatik, antara lain untuk geser maju mundur, untuk atas bawah dan untuk clamp benda kerja. Pada sistem ini menggunakan double solenoid valve 5/2. Untuk wiring solenoidnya dapat dilihat pada wiring output, dan untuk wiring pneumatiknya dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.7. Skematik pengkabelan Pneumatik

(b). Assembly desain

Proses Assembly merupakan proses perakitan dari part-part yang di buat untuk mesin autoloading piston. Semua part yang terdiri dari part base piston box, base piston, dan gripper di rakit menjadi satu dengan mesin CBC dan grafir. Base piston box berfungsi sebagai tempat peletakan piston yang telah melalui proses CBC dan grafir. Base piston merupakan part yang berfungsi untuk tempat peletakan jig piston, fungsinya membawa piston menuju proses CBC dan grafir. Gripper berfungsi sebagai pengangkut piston yang menghubungkan antara proses CBC, grafir, dan autoloading. Setelah semua part telah ter-assembly, maka proses assembly dari mesin autoloading piston telah selesai. Tampak dari mesin autoloading piston yang telah di assembly dapat dilihat pada Gambar berikut.



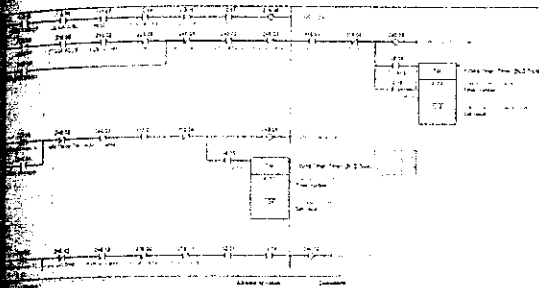
Gambar 3.8. Skematik pengkabelan Pneumatik

(c). Pemrograman mesin

Untuk mempermudah mesin pada saat melakukan setting dan maintenance maka pemrograman mesin dilakukan dalam dua mode yaitu mode manual dan otomatis.



Gambar 3.9. Contoh skematik program manual



Gambar 3.10. Contoh skematik program auto

(d) Pengujian mesin

Pengujian yang dilakukan melalui dua skema yaitu pengujian perbagian dan sistem. Cara pengujian terhadap input PLC bisa dilakukan dengan dua cara, cara pertama yaitu dengan menghubungkan PLC dengan personal computer (PC) melalui monitoring mode pada CX-Programmer atau bisa juga dengan cara yang kedua yaitu dengan melihat langsung status led yang ada pada PLC hasil pengujian masukan PLC dapat ditunjukkan pada tabel seperti berikut:

Tabel 3.1. Hasil pengujian input

No	Masuk	Perangkat	Tempo	Parameter	Status	OK
1	100	Inter lock run	Slider kanan ke atas	Lampu indikator I 0 pada PLC aktif	✓	✓
2	101	Inter lock run	Slider kanan ke bawah	Lampu indikator I 01 pada PLC aktif	✓	✓
3	102	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 02 pada PLC aktif	✓	✓
4	103	Slider kiri run	Slider kiri ke atas	Lampu indikator I 03 pada PLC aktif	✓	✓
5	104	Slider kiri run	Slider kiri ke bawah	Lampu indikator I 04 pada PLC aktif	✓	✓
6	105	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 05 pada PLC aktif	✓	✓
7	106	Inter lock run	Slider kanan ke atas	Lampu indikator I 06 pada PLC aktif	✓	✓
8	107	Inter lock run	Slider kanan ke bawah	Lampu indikator I 07 pada PLC aktif	✓	✓
9	108	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 08 pada PLC aktif	✓	✓
10	109	SLC	CLC on	Lampu indikator I 09 pada PLC aktif	✓	✓
11	110	Slider	Slider on	Lampu indikator I 10 pada PLC aktif	✓	✓
12	111	Forward Motor A	Forward Motor A	Lampu indikator I 11 pada PLC aktif	✓	✓
13	112	Reverse Motor A	Reverse Motor A	Lampu indikator I 12 pada PLC aktif	✓	✓
14	113	Forward Motor B	Forward Motor B	Lampu indikator I 13 pada PLC aktif	✓	✓
15	114	Reverse Motor B	Reverse Motor B	Lampu indikator I 14 pada PLC aktif	✓	✓

No	Masuk	Perangkat	Tempo	Parameter	Status	OK
16	100	Inter lock run	Slider kanan ke atas	Lampu indikator I 0 pada PLC aktif	✓	✓
17	101	Inter lock run	Slider kanan ke bawah	Lampu indikator I 01 pada PLC aktif	✓	✓
18	102	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 02 pada PLC aktif	✓	✓
19	103	Slider kiri run	Slider kiri ke atas	Lampu indikator I 03 pada PLC aktif	✓	✓
20	104	Slider kiri run	Slider kiri ke bawah	Lampu indikator I 04 pada PLC aktif	✓	✓
21	105	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 05 pada PLC aktif	✓	✓
22	106	Inter lock run	Slider kanan ke atas	Lampu indikator I 06 pada PLC aktif	✓	✓
23	107	Inter lock run	Slider kanan ke bawah	Lampu indikator I 07 pada PLC aktif	✓	✓
24	108	Clamp	Clamp on/Clamp	Lampu indikator I 08 pada PLC aktif	✓	✓
25	109	SLC	CLC on	Lampu indikator I 09 pada PLC aktif	✓	✓
26	110	Slider	Slider on	Lampu indikator I 10 pada PLC aktif	✓	✓
27	111	Forward Motor A	Forward Motor A	Lampu indikator I 11 pada PLC aktif	✓	✓
28	112	Reverse Motor A	Reverse Motor A	Lampu indikator I 12 pada PLC aktif	✓	✓
29	113	Forward Motor B	Forward Motor B	Lampu indikator I 13 pada PLC aktif	✓	✓
30	114	Reverse Motor B	Reverse Motor B	Lampu indikator I 14 pada PLC aktif	✓	✓

Sementara itu, untuk mengetahui apakah sistem tersebut dapat diimplementasikan pada line produksi yang ada maka dilakukan pengujian dengan hasil pengujian seperti table berikut:

Tabel 3.3. Hasil pengujian keseluruhan sistem

No	Check Point	Status	OK
1	Ketika selector switch memilih manual, maka pengoperasian mesin akan bekerja secara manual	✓	✓
2	Ketika menekan tombol PB <i>clamp on/Clamp</i> maka gripper bergerak <i>Clamp on/Clamp</i>	✓	✓
3	Ketika menekan tombol PB <i>up down</i> dan <i>reed switch up</i> aktif maka silinder bergerak ke bawah	✓	✓
4	Ketika menekan tombol PB <i>up down</i> dan <i>reed switch down</i> aktif maka silinder bergerak ke atas	✓	✓
5	Ketika menekan tombol PB <i>left right</i> dan <i>reed switch left</i> aktif maka slider bergerak ke kanan	✓	✓
6	Ketika menekan tombol PB <i>left right</i> dan <i>reed switch right</i> aktif maka slider bergerak ke kiri	✓	✓
7	Ketika menekan tombol PB motor x pada pilihan <i>reverse</i> maka motor x akan bergerak <i>reverse</i> sampai sensor x aktif	✓	✓
8	Ketika menekan tombol PB motor x pada pilihan <i>forward</i> maka motor x akan bergerak <i>forward</i> sampai sensor x aktif	✓	✓
9	Ketika menekan tombol PB motor y pada pilihan <i>reverse</i> maka motor y akan bergerak <i>reverse</i> sampai sensor y aktif	✓	✓
10	Ketika menekan tombol PB motor y pada pilihan <i>forward</i> maka motor y akan bergerak <i>forward</i> sampai sensor y aktif	✓	✓

Cara pengujian terhadap keluaran PLC dapat dilakukan dengan cara menghubungkan PLC dengan personal computer (PC) melalui monitoring mode pada CX-Programmer atau dengan melihat langsung melalui status led yang ada dengan hasil seperti table berikut:

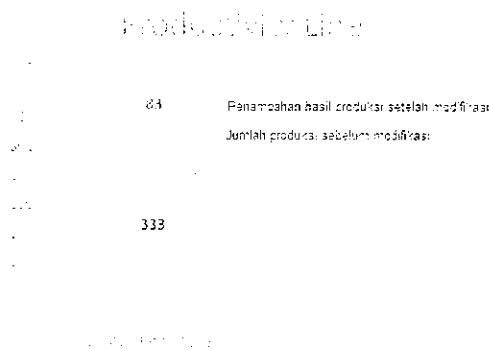
Tabel 3.2. Hasil pengujian output

No	Check Point	Status	OK
1	Ketika MCB dinyalakan, PLC, lampu indikator <i>power on</i> aktif	✓	✓
2	Saat <i>emergency stop</i> ditekan, seluruh proses tidak dapat dijalankan	✓	✓
3	Saat <i>emergency stop release</i> , proses dapat berjalan	✓	✓

No	Check Point	Status	OK
1	Ketika PB <i>auto start</i> ditekan, maka mesin bekerja secara otomatis sesuai dengan <i>sequence</i> program yang telah dibuat	✓	✓
2	Ketika PB <i>reset home</i> pos ditekan maka proses akan berhenti dan <i>loading box</i> , <i>silinder</i> , <i>slider</i> , <i>gripper</i> akan kembali ke posisi <i>home</i>	✓	✓
3	Ketika box sudah penuh lampu indikator <i>full</i> dan <i> buzzer</i> akan aktif, <i>loading box</i> bergerak ke posisi <i>home</i>	✓	✓

4 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada mesin auto loading piston langkah selanjutnya adalah menganalisa hasil dari kinerja mesin tersebut. Hasil dari pembuatan mesin auto loading piston berdampak pada productivity di line tersebut, dimana rata - rata produksi perharinya naik sebesar 25%. Pada saat proses manual manpower dapat memproduksi rata - rata 333 pcs/hari, setelah menggunakan mesin auto loading piston manpower dapat memproduksi rata - rata 416 pcs/hari. Berikut adalah grafik dari peningkatan produksi pada line tersebut:



Gambar 3.10. Gambar grafik jumlah produktivitas line

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol elektrik mesin auto loading piston berbasis PLC OMRON CJ1M menghasilkan beberapa kesimpulan yang dapat menjawab Tujuan Penelitian ini, yaitu:

- 1 Perancangan dan pembuatan sistem kontrol elektrik mesin auto loading piston berbasis PLC OMRON CJ1M CPU21 sebagai perangkat kontrol utama dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: perancangan sistem kontrol, pemasangan sensor dan aktuator, pengabelan perangkat elektrik mesin, pengalamanan perangkat masukan dan keluaran pada PLC, hingga tahap pengujian perangkat sensor dan aktuator mesin. Berdasarkan perancangan dan pembuatan sistem kontrol tersebut, didapatkan hasil bahwa mesin dapat melakukan langkah kerja yang telah ditentukan.
- 2 Setelah menggunakan mesin auto loading piston productivity meningkat sebesar

25%. Saat proses manual manpower dapat memproduksi sebanyak 333 pcs/hari, setelah proses menjadi otomatis manpower dapat memproduksi sebanyak 416 pcs/hari.

- 3 Setelah menggunakan mesin auto loading piston manpower yang dibutuhkan hanya satu untuk line produksi ini sehingga manpower lainnya dapat dialokasikan untuk memaksimalkan pekerjaan lainnya.

5 Daftar Pustaka

- [1] Sularso, Thomas Agus Prayitno. Teknik Sistem Kontrol. Yogyakarta : Garaha Ilmu. 2010.
- [2] Setiawan, Iwan, Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Andi, Yogyakarta, 2006.
- [3] Subagio, Djoko, Modifikasi Sistem Kontrol Mesin Gravity Die Casting Berbasis PLC Omron CJ1M CPU-21 dan HMI Omron NT 21, Jakarta, 2017
- [4] W. Bolton. Programmable Logic Controller (PLC) Edisi 3. Jakarta: Erlangga. 2009.
- [5] Frank D. Petruzella, Elektronik Industri, Yogyakarta, ANDI, 2001.
- [6] Bishop, Owen. Dasar-Dasar Elektronika. Jakarta: Erlangga, 2004.
- [7] Croser, Peter, Frank Ebel, Pneumatic Basic Level, Festo, 1999.
- [8] Gusti Ngurah Agung, Manajemen Penulisan Skripsi, Tesis dan Disertasi, Jakarta: Rajawali pers, 2010.
- [9] . M. A. Loughton, D. J. Warne (ed), Electrical Engineer's Reference book, 16th edition, Newnes, 2003
- [10] Chapter 16 Programmable Controller "The father of invention: Dick Morley looks back on the 40th anniversary of the PLC". Manufacturing Automation". 12 September 2008.
- [11] Berg, Bruce L., 2009, Qualitative Research Methods for the Sciences. Seventh Edition. Boston MA: Pearson Education Inc.
- [12] Creswell, J. (2003). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- [13] Alciatore, David G., Michael B Histand, Introduction to Mechatronics And Measurement System, McGraw-Hill, New York, 2012.
- [14] Budiyanto M, Wijaya, Pengenalan Dasar-Dasar PLC, Yogyakarta, Gava Media. 78, 2003.
- [15] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013. Sensor dan Aktuator.

Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018
Bandung, Indonesia, 10-11 Desember 2018
(ISBN: 978-602-72059-1-8 ; ISSN : 2461-1441)

[16] Miftahu Sholeh, Teknik Kontrol Untuk
SMA/SMK IX Malang: PPPPTK BOE, MALANG,
2013.

[17] Prihono. Jago Elektronika secara Otodidak.
Jakarta: Kawan Pustaka. 2009.

[18] Priyo Jatmiko. Training Basic PLC. Jakarta :
Kartanagari. 2015.