

## Disain Kontrol Mesin Auto Blow Menggunakan Sistem Kendali PLC di Industri Manufaktur

M Hidayat, Afif Mushlihuddin, Syahril Ardi

Program Studi Teknik Produksi & Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra  
Jl. Gaya Motor Raya No.8, Sunter II, Jakarta 14330, Jakarta

Email: apipmush@gmail.com; m.hidayat@polman.astra.ac.id; syahril.ardi@polman.astra.ac.id

**Abstrak** – Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur. Perusahaan Manufaktur ini mempunyai *project* untuk mengubah kerja manual menjadi otomatis pada *line* BD 4. *Line* BD 4 adalah *line* yang memproduksi *brake drum* kendaraan roda 4. Pada *line* ini masih terdapat beberapa proses manual salah satunya adalah proses *blowing*. Proses *blowing* adalah proses untuk membersihkan *part* dari cairan *honing liquid* yang didapat pada proses permesinan sebelumnya. Proses *blowing* ini harus dilakukan karena sebelum dilakukan proses *measuring*, *part* harus bersih dari cairan. Namun proses *blowing* manual ini sering kali tidak membuat *part* bersih dari cairan *honing liquid* sehingga mengakibatkan terganggunya proses *measuring part* dan juga proses ini membuat area *line* BD 4 menjadi licin dan kotor, karena proses ini dilakukan di atas konveyor. Sehingga, untuk menanggulangi masalah tersebut ini, penulis dan tim *kaizen* melakukan sebuah *improvement* dengan membuat mesin *auto blow* untuk menggantikan proses *blowing* manual. Mesin *auto blow* menggunakan PLC untuk sistem kontrolnya, hal ini untuk mempermudah jika mesin akan dikembangkan lebih lanjut. Setelah dibuatnya mesin *auto blow*, proses *blowing* manual menjadi hilang dan produktivitas perusahaan menjadi meningkat.

**Kata kunci** : *Blowing Manual*, PLC FX 1s-20 MR, *Auto Blow*

### I. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak pada industri manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan produk dan komponen otomotif. Perusahaan ini pertama kali didirikan pada tahun 1996 dan mulai berproduksi pada tahun 1997, komponen yang diproduksi antara lain yaitu : *brake drum*, *pressure plate*, *steering knuckle*, *disc rotor*, *wheel hub*, *exhaust manifold* yang di *supply* ke berbagai perusahaan otomotif.

Pada tahun 2015 *Departement Machining* mempunyai *project* untuk melakukan efisiensi kinerja operator dan penambahan hasil produksi. *Departement Machining* sendiri terdapat 77 *line* produksi. *Line* BD 4 adalah *line* yang memproduksi *brake drum* dari mobil. Ada beberapa proses kerja manual yang terdapat pada *line* BD 4 salah satunya adalah proses *blowing manual*.

Proses *blowing* manual adalah proses untuk membersihkan *part* dari cairan yang didapat pada proses permesinan. Proses *blowing* ini sangat dibutuhkan sebelum dilakukannya proses *measuring*, agar cairan *honing* tidak mengganggu *part* ketika dilakukan proses *measuring* maka harus dilakukan proses *blowing*. Pada *project* kali ini penulis diminta untuk mengubah proses kerja manual menjadi proses kerja mesin.

Berdasarkan masalah yang disebutkan diatas penulis dan tim *kaizen* melakukan suatu *improvement* dengan membuat mesin *auto blow* untuk menggantikan proses *blowing* manual. Mesin *auto blow* ini menggunakan PLC sistem kontrolnya, hal ini untuk mempermudah jika mesin ingin dikembangkan lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana pembuatan mesin *auto blow* sehingga dapat difungsikan sebagai pengganti kerja *blowing manual*.

### II. LANDASAN TEORI

#### 2.1 PLC (*Programmable Logic Control*)

##### 2.1.1 Pengertian PLC

PLC atau *programmable logic controller* merupakan alat elektronika digital yang menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi dan untuk menjalankan fungsi-fungsi khusus seperti: logika, urutan, pewaktuan, perhitungan, dan operasi aritmatika untuk mengendalikan mesin dan proses khususnya dalam produksi manufaktur.

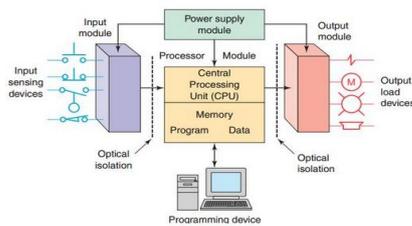
PLC dilengkapi dengan masukan dan keluaran digital dengan koneksi dan level sinyal yang standar sehingga dapat langsung dihubungkan dengan berbagai macam perangkat seperti saklar, lampu, relay, ataupun berbagai macam sensor dan aktuator. Jenis-jenis PLC ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Jenis-jenis PLC ( a ) Compact; ( b ) Modular

##### 2.1.2 Komponen pada PLC (*Programmable logic controller*)

PLC terbagi dalam beberapa komponen utama. Gambar 2.2 menampilkan hubungan PLC dengan peralatan lain berikut.



**Gambar 2. 2** Hubungan PLC dengan peralatan lain

Dari Gambar 2.2 terlihat bahwa PLC memiliki komponen yang terhubung dengan perangkat masukan dan perangkat keluaran. PLC juga terhubung dengan komputer untuk melakukan pemrograman (umumnya menggunakan *Serial Port RS232* dan *USB*). Secara Umum PLC terbagi menjadi beberapa komponen berikut.

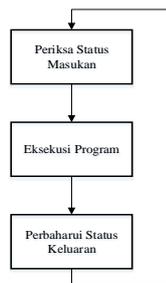
1. Prosesor atau *Central Processing Unit ( CPU )*
2. *Power supply* atau *Catu Daya*
3. *Memory*
4. *Input Device*
5. *Output Device*
6. *Input Module* dan *Output Module*
7. Keluaran-Keluaran PLC
8. Modul Komunikasi<sup>1</sup>

### 2.1.3 Prinsip kerja PLC

Sebuah PLC bekerja secara terus-menerus dengan cara mengkoneksikan peralatan luar dengan modul masukan dan modul keluaran PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor-sensor analog, *push button*, *limit switch*, *solenoid*, lampu indikator, dan sebagainya.

Selama prosesnya, CPU yang merupakan salah satu komponen yang terdapat pada PLC melakukan tiga operasi utama yaitu:

1. Periksa data masukan  
Pada tahap ini PLC akan melihat masing-masing status masukan apakah kondisinya sedang *on* atau *off*.
2. Eksekusi program  
Pada tahap ini, PLC akan mengeksekusi program (*ladder diagram*) per-instruksi.
3. Perbaharui status keluaran  
Pada tahap ini, PLC akan memperbaharui status keluaran. Setelah langkah 3 ini, PLC akan mengulangi lagi dari langkah 1, demikian seterusnya.



**Gambar 2. 3** Proses scanning program dalam PLC

## 2.2 Pneumatik

### 2.2.1 Definisi Pneumatik<sup>2</sup>

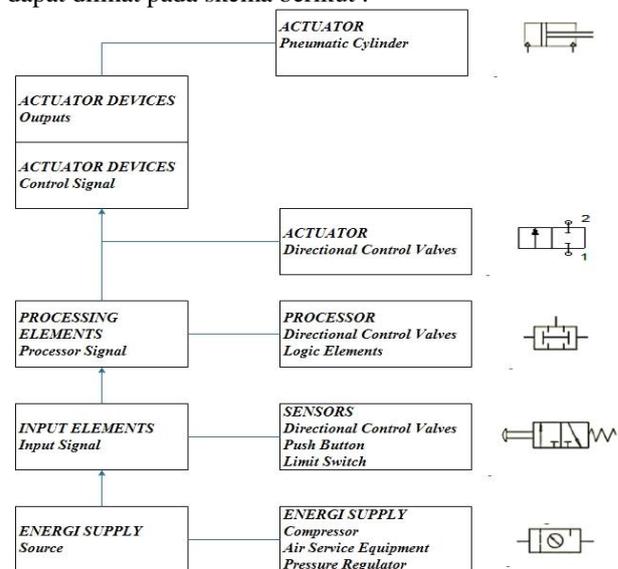
Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu '*pneuma*' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (*vacuum*). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Jaman dahulu kebanyakan orang sering menggunakan udara bertekanan untuk berbagai keperluan yang masih terbatas, antara lain menambah tekanan udara ban mobil/motor, melepaskan ban mobil dari pelek, membersihkan kotoran, dan sejenisnya. Sekarang, sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri pengepakan barang maupun industri yang lain. Belajar pneumatik sangat bermanfaat mengingat hampir semua industri sekarang memanfaatkan sistem pneumatik.

### 2.2.2 Susunan Sistem Pneumatik

Sistem pada pneumatik memiliki bagian – bagian yang mempunyai fungsi berbeda. Secara garis besar susunan sistem pneumatik dibagi menjadi 4 bagian.

1. *Energy supply*
2. *Sensor*
3. *Processor*
4. *Actuator*

Masing – masing bagian tersebut memiliki peranan pada sistem pneumatik. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada skema berikut :



**Gambar 2. 4** Gambar susunan sistem pneumatik

<sup>2</sup> Parr, Andrew, **Hidrolika daan Pneumatika**, Erlangga, Jakarta, 2003. Hal 9

<sup>1</sup> Ibid, hal 7.

## 2.3 Komponen Penyusun Panel Kontrol

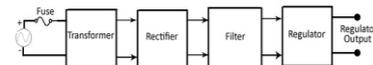
### 2.3.1 Unit Catu Daya (*Power supply*)<sup>3</sup>

Sel-sel listrik dan baterai cukup ideal untuk memberikan tenaga bagi perangkat-perangkat genggam (*portable*) semisal senter dan kalkulator saku. Perangkat-perangkat lain yang bekerja dengan tegangan rendah mengambil energi dari sumber listrik PLN, dengan menggunakan unit catu daya (*power supply unit* atau PSU) bertegangan rendah.

Sebuah PSU memuat sebuah transformator di dalamnya, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari sumber PLN ke suatu level tegangan yang lebih rendah, misalnya 6 V. Beberapa PSU dapat mengubah tegangan PLN ke level-level tegangan standar yang umumnya digunakan, yaitu 3V, 6 V, 9 V, dan 12 V. PSU biasanya memiliki sebuah rangkaian penyearah untuk mengubah *output* AC dari transformator menjadi DC. Perangkat ini juga memiliki sebuah rangkaian pengatur tegangan (*regulator*), sehingga dapat menghasilkan tegangan yang relatif tetap meskipun beban ke PSU berubah-ubah.

Kebanyakan PSU hanya menghasilkan arus yang sangat kecil, umumnya kurang dari 1 A, namun ukuran arus ini sudah cukup untuk menggerakkan hampir semua perangkat arus-rendah. PSU dibuat dalam beberapa bentuk:

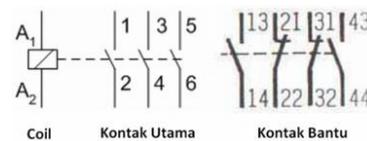
1. Badan plastik yang menyerupai tusuk-kontak berukuran besar, dengan tiga buah pin untuk menancapkannya secara langsung ke lubang-lubang kontak PLN. PSU semacam ini memiliki terminal yang fleksibel untuk menyambungkannya ke perangkat listrik.
2. Kotak dengan dua buah terminal sambungan, dimana satu terminal menyambungkannya ke tusuk kontak dan terminal lainnya menyambungkannya ke perangkat listrik bertegangan rendah.
3. PSU-meja (*bench PSU*) yang digunakan di dalam lab-lab dan ruang-ruang kerja (*workshop*). PSU ini tersambung langsung ke suatu sumber listrik dan memiliki terminal-terminal yang menyediakan *output* DC tegangan rendah. Biasanya, PSU jenis ini dapat disambungkan ke sumber-sumber listrik dengan tegangan-tegangan yang berbeda dan juga memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan sumber menjadi level - level tegangan pada kisaran tertentu, umumnya dari 0 V hingga 30 V, atau bahkan lebih tinggi lagi. Suatu nilai batas dapat ditetapkan untuk membatasi arus yang masuk, dan dengan demikian melindungi rangkaian listrik yang dicatu oleh PSU. Terdapat beberapa buah meteran yang mengindikasikan besarnya tegangan dan arus yang diberikan oleh PSU. Gambar dari PUS dapat ditunjukkan pada gambar 2.15



Gambar 2. 5 Diagram blok power supply unit

### 2.3.2 Kontaktor

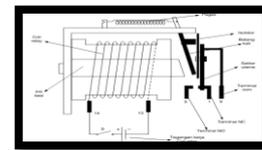
Kontaktor didefinisikan sebagai alat yang digerakan secara magnetis untuk menghubungkan atau membuka berulang-ulang rangkaian daya listrik. Pada kondisi normal, kontak NO (*Normally Open*) berada dalam kondisi terbuka dan akan menutup jika kontaktor bekerja, sedangkan kontak NC (*Normally Close*) berada dalam kondisi tertutup pada kondisi normal dan akan membuka jika kontaktor bekerja. Simbol magnetik kontaktor ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2. 6 Simbol magnetik kontaktor

### 2.3.3 Relay

*Relay*<sup>4</sup> adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan kontak mekanis yang mengalirkan arus listrik. Tegangan masukan ke *solenoid* dapat mengendalikan arus besar yang mengalir melalui kontak *relay*. *Relay* melakukan fungsi mirip dengan *transistor (as a switch)* tetapi memiliki kemampuan untuk mengalirkan arus yang lebih besar. Gambar relay dapat ditunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2. 7 Relay

## III. PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN

### 3.1 Pengenalan Produk

Perusahaan ini memproduksi *brake component* pada kendaraan bermotor seperti mobil, truk, bus, dll. Perusahaan ini memproduksi bermacam tipe *brake component* salah satunya adalah komponen *brake drum*. Perusahaan ini memiliki 7 line produksi untuk pembuatan komponen *brake drum*. Salah satunya yaitu line BD 4 yang memproduksi *brake drum*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1

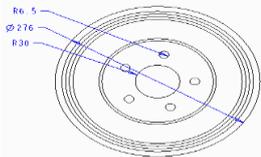


Gambar 3. 1 Brake Drum kendaraan roda 4

<sup>3</sup>Bishop, Owen, **Dasar-Dasar Elektronika**, Erlangga, Jakarta, 2004. Hal 34

<sup>4</sup> Petruzella, Frank D. **Elektronik Industri**. Yogyakarta : Andi, 2001 hal 63

Pada gambar tersebut ditunjukkan tempat dimana posisi *brake drum* dari kendaraan roda 4. Berikut adalah ukuran dari *part brake drum* yang di produksi di *line BD 4*.

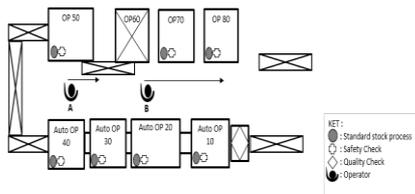


**Gambar 3. 2** Dimensi *brake drum*

*Part brake drum* memiliki diameter terluar sebesar 276 mm, diameter *bearing* 60 mm, area lubang 13 mm, dan massa 10 Kg, seperti yang dijelaskan gambar diatas.

### 3.2 Line BD 4

*Line BD 4* merupakan line yang memproduksi *brake drum*, pada line ini terdapat proses permesinan untuk mendapatkan hasil *part finish good* diantaranya adalah *turning, drilling, honing, dan measuring*. Selain proses permesinan terdapat juga proses manual operator seperti proses *chamfering, blowing, dan visual check*. *Layout* dari *line BD 4* dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Gambar 3. 3** Layout *line BD 4*

Berdasarkan layout diatas dari OP 10 sampai OP 40 bekerja secara otomatis kemudian *part* keluar dari konveyor setelah OP 40, setelah *part* keluar dari OP 40 Operator A melakukan pengecekan diameter dari *part* tersebut, selesai melakukan pengecekan operator memasang *part* pada OP 50 untuk melakukan proses *drilling*, setelah selesai akan terdapat 5 lubang pada *part* tersebut, kemudian operator A melakukan proses *chamfering* dan proses pembersihan *part* dari *coolant* lalu operator A memindahkan *part* ke konveyor untuk menuju proses selanjutnya yang akan dilakukan operator B. Setelah mendapat *part* dari operator A, operator B langsung memasang *part* pada OP 70 untuk dilakukannya proses *honing*, dari proses *honing* tersebut *part* didapati *honing liquid* yang pekat lalu operator melakukan proses *blowing* untuk membersihkan *honing liquid* tersebut. Setelah itu operator B akan melakukan *visual check* pada *part* kemudian memasang *part* di OP 80 untuk melakukan proses *measuring* setelah *part* selesai *dimeasuring* *part* kan diletakan di box *finish good*.

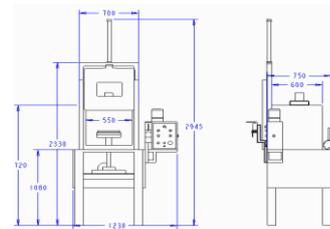
### 3.3 Konsep Mesin

Berdasarkan permasalahan di atas maka solusi pemecahan masalahnya yaitu dengan dibuat mesin *auto blow* yang mampu memenuhi beberapa pertimbangan berikut yaitu:

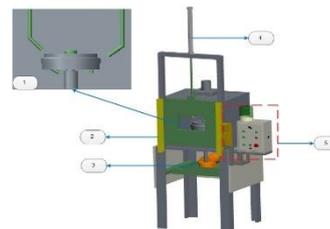
1. Sitem kontrol berbasis PLC agar lebih mudah melakukan perubahan –perubahan pada mesin ketika mesin ada pengembangan lebih lanjut.
2. Pembuatan mesin menggunakan komponen – komponen yang telah disediakan.
3. Mesin dapat membersihkan *part* dari cairan *honing liquid*
4. Mesin dapat dijalankan secara manual dan otomatis dengan menggunakan *selector* yang berada pada panel mesin.
5. Mesin harus berhenti ketika mengalami kondisi *abnormal*
6. Mesin akan menyalakan *buzzer* jika anggota tubuh dari operator memasuki daerah mesin ketika mesin sedang *running*.
7. Mesin menggunakan motor untuk memutar *part*.
8. Program berupa *ladder diagram*

### 3.4 Perancangan Mekanik

Untuk memenuhi konsep perancangan yang telah disebutkan, maka diperlukan suatu perancangan mekanik agar mesin *auto blow* dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Berikut adalah perancangan mekanik dari mesin *auto blow*.



**Gambar 3. 4** Dimensi mesin *auto blow*

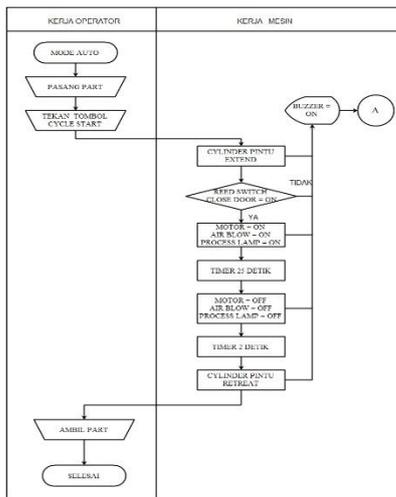


**Gambar 3. 5** Perancangan mekanik

Gambar 3.9 memperlihatkan bagian – bagian dari mesin *auto blow*, dari bagian dalam mesin, pemasangan *sensor area*, pemasangan motor, pemasangan *auto door*, dan pemasangan panel.

### 3.5 Perancangan Program

Program yang akan digunakan harus dapat menjalankan fungsi mesin dengan baik. Bahasa yang digunakan adalah *ladder diagram*. Dalam program mesin *auto blow* ini dibedakan menjadi dua *mode* yaitu *mode manual* dan *mode otomatis*. *Mode manual* yaitu setiap pergerakan aktuator diatur dengan satu tombol. Sedangkan dalam *mode otomatis*, mesin akan bekerja secara otomatis setelah *button cycle start* ditekan.



**Gambar 3.6** Flow kerja auto

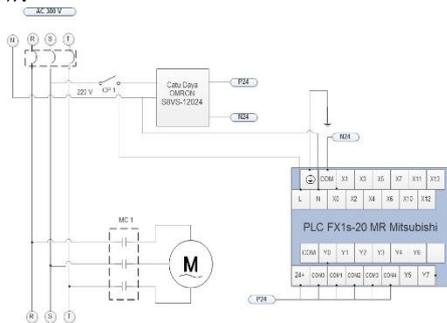
Berdasarkan *flow chart* diatas dapat dijelaskan urutan kerja mesin *auto*. Berikut adalah urutan kerja mesin *auto blow* :

1. Operator memilih mode *auto*
2. Operator melakukan proses *loading part*
3. Operator menekan tombol *cycle start*
4. *Cylinder* pintu *extend* sampai *reed switch cylinder down on*
5. Motor pemutar *part* aktif, *air blow* aktif, dan lampu proses aktif
6. *Timer* 25 detik
7. Motor pemutar *part* off, *air blow* off, dan lampu proses off
8. *Timer* 2 detik
9. *Cylinder* pintu *retreat* sampai *reed switch cylinder up on*
10. Jika terjadi *alarm*, maka pastikan kondisi mesin dalam keadaan *stand by* kemudian putar *selector switch* ke manual *mode*, kemudian tekan tombol reset maka tanda *alarm* pada *tower lamp* akan *OFF*.

#### IV. PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

##### 4.1 Pembuatan Wiring

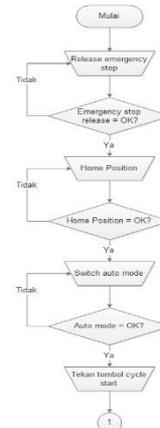
*Wiring* atau pengkabelan adalah proses dimana menghubungkan komponen – komponen elektrik yang nantinya akan dirancang sehingga fungsi yang telah dirancang dapat terpenuhi. Pembuatan *wiring* dibagi menjadi 2 bagian yaitu *wiring daya* dan *wiring control*. Gambar 4.1 menunjukkan *wiring* secara umum dari mesin *auto blow*.



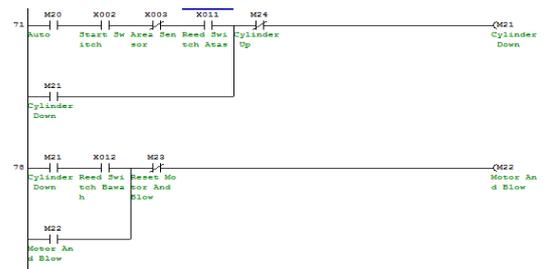
**Gambar 4.1** Wiring Secara Umum

##### 4.2 Pembuatan Program

Konsep utama program mesin *auto blow* yang akan dibuat mengacu pada sistem kerja mesin. Sebelum dibuatnya program mesin *auto blow*, terlebih dahulu membuat *flow chart* program yang akan dibuat agar mempermudah proses pembuatan program mesin *auto blow*. *Flow chart* dari mesin *auto blow* dapat ditunjukkan pada gambar 4.9.



**Gambar 4.2** Flow chart program mesin auto blow



**Gambar 4.3** Contoh Program Auto

##### 4.3 Pengujian Sistem Kerja Mesin

Pada pengujian sistem kerja mesin ini adalah untuk mengetahui apakah sistem kerja pada mesin sudah berjalan dengan baik, dan sesuai dengan program yang telah ditentukan. Hasil pengujian sistem kerja mesin *auto blow* dapat ditunjukkan pada table 4.3.

**Tabel 4. 1** Tabel pengujian sistem kerja mesin

Kondisi Normal			
No	Check Point	OK	NG
1	Ketika MCB dinyalakan, PLC aktif	√	
2	Saat merelease <i>emergency stop</i> , lampu indikator mesin <i>ON</i>	√	
Pengoperasian Mode Manual			
No	Check Point	OK	NG
1	Ketika <i>selector switch</i> memilih manual, maka pengoperasian mesin akan bekerja secara manual	√	
2	Ketika menekan tombol PB <i>Cylinder Down</i> dan PB <i>auxiliary</i> secara bersamaan serta sensor area tidak mendeteksi adanya sesuatu maka <i>cylinder</i> pintu <i>extend</i>	√	
3	Ketika menekan tombol PB <i>cylinder up</i> dan PB <i>auxiliary</i> secara bersamaan serta sensor area tidak mendeteksi adanya sesuatu maka <i>cylinder</i> pintu <i>retreat</i>	√	
4	Ketika menekan tombol PB <i>check motor</i> dan PB <i>auxiliary</i> secara bersamaan serta sensor area tidak mendeteksi adanya sesuatu motor <i>ON</i>	√	
5	Ketika menekan tombol PB <i>check air blow</i> dan PB <i>auxiliary</i> secara bersamaan serta sensor area tidak mendeteksi adanya sesuatu maka <i>air blow OFF</i>	√	
Pengoperasian Mode Otomatis			
No	Check Point	OK	NG
1	Ketika PB <i>auto start</i> ditekan, maka mesin bekerja secara otomatis sesuai dengan <i>sequence</i> program yang telah dibuat	√	
2	Ketika tr Lanjutan Tabel 4.3 ala	√	
3	Ketika terjadi abnormal maka <i>buzzer</i> akan menyala.	√	
4	Ketika PB <i>reset</i> ditekan, maka <i>buzzer</i> akan mati	√	
Kondisi Tidak Normal			
No	Check Point	OK	NG
1	Jika ditengah proses <i>sensor area</i> mendeteksi sesuatu dalam daerah deteksinya maka mesin akan berhenti sementara sampai <i>sensor area</i> tidak terhalang lagi	√	
2	Ketika tombol <i>emergency stop</i> ditekan <i>power</i> aktuator terputus, <i>buzzer</i> merah nyala	√	

**Keterangan :**

- OK : Kerja mesin sesuai dengan cek poin.
- NG : Kerja mesin tidak sesuai dengan cek poin.

**V. KESIMPULAN**

Pembuatan mesin *auto blow* pada *line* BD 4 menggunakan PLC Mitsubishi FX 1s-20 MR sebagai sistem pengontrol dengan *input* 12 *point* yang berisikan *push button*, *area sensor*, *selector switch*, *emergency stop*, dan *reed switch*, sedangkan untuk *outputnya* berjumlah 7 *point* yang berisikan *relay*, *buzzer*, *magnetic contactor*, dan *rotary lamp*. Dengan dibuatnya mesin *auto blow*, proses *blowing* pada *line* BD 4 dapat digantikan dengan kerja mesin. Mesin *auto blow* dapat dioperasikan dalam mode *auto* atau mode *manual*. Motor induksi pada mesin *auto blow* menghasilkan torsi sebesar 23.1 Nm, sedangkan torsi motor yang dibutuhkan untuk memutar *part brake drum* adalah sebesar 6.27 Nm. Minimal diameter *cylinder* untuk mengangkat pintu pada mesin *auto blow* adalah 19.2 mm

**DAFTAR PUSTAKA**

[1]. Petruzella, Frank D. **Elektronik Industri**. Yogyakarta : Andi, 2001 hal 63.

[2]. Syahril Ardi, Eka Samsul Ma'arif, Dwi Novitasari, Sistem Kendali Mesin Clamping Semi-Auto Menggunakan Sistem Kendali PLC MITSUBISHI FX2N - 80MR dan HMI MITSUBISHI GT 1055 – QSBD di Housing Assy Line, Jurnal Technologic, Juni 2014.

[3]. Syahril Ardi, Heru Suprpto, Hendrik, PEMBUATAN SISTEM KONTROL MESIN CAULKING ROD GUIDE OTOMATIS MENGGUNAKAN PLC OMRON CPM1A, Jurnal Sinergi, 2014.

[4]. Syahril Ardi, Febrika Tasiawati, Disain Sistem Kontrol Mesin Arc Welding by Robot di Housing Assembly Line Menggunakan Sistem Kendali PLC Mitsubishi Q-Series, Robot Controller OTC AX-26, dan CC-Link, Jurnal Sinergi, 2014.

[5]. Syahril ardi, aji mantoro, “Pembuatan Sistem Kontrol Mesin Oil Filling Menggunakan Kontrol PLC di Rear Axle Assy Packing Line Export”, prosiding seminar nasional 2014.

[6]. Syahril Ardi, Sapiih, Otomatisasi Sistem Kontrol Mesin Paint Marking Berbasis Kendali PLC dan Sistem Sensor Pokayoke pada Line WFW (Wahana Flywheel) Machining Otomatisasi Sistem Kontrol Mesin Paint Marking Berbasis Kendali PLC dan Sistem Sensor Pokayoke pada Line WFW (Wahana Flywheel) Machining, AES, UGM, Yogyakarta, Indonesia, 2015

[7]. Syahril Ardi, Mada Jimmy, Rian Agustono, Design of Pokayoke Sensor Systems in Engraving Machine to Overcome Upside Defect Production using Programmable Logic Controller, International Proceeding on QiR UI, 2015.

[8]. Syahril Ardi, Setyowati, Disain Sistem Kendali Mesin Air Leak Test Menggunakan Sistem Kendali PLC Omron CJ2M di HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) Line 6, Sinergi, Februari 2015.

[9]. Syahril Ardi, Apit, OTOMATISASI SISTEM KONTROL MESIN TURNING HEAD NTVS-485 BERBASIS SISTEM KENDALI PLC OMRON CS1G-CPU42H, Sinergi, Juni, 2015.