

## DISAIN SISTEM KONTROL MESIN AUTO WASHER FEEDER BERBASIS KENDALI PLC UNTUK PERAKITAN BVC (BASE VALVE COMPLETE) PADA PEMBUATAN SHOCK ABSORBER

Syahril Ardi Bayu Wibowo

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

**Abstrak** -- Line sub assembly merupakan line di mana komponen bagian dalam dari shock absorber dirakit. Salah satu proses pada line sub assembly adalah proses perakitan Base Valve Complete (BVC). BVC merupakan salah satu komponen penting pada shock absorber yang berfungsi mengatur sirkulasi fluida pada saat shock absorber mengalami kompresi. BVC untuk model shock absorber ini terdiri dari guide, non-return spring, non-return valve, base valve case, leaf valve, shim, dan valve stopper. Leaf valve merupakan plat tipis berbentuk lingkaran dengan ketebalan 0.1-0.2 mm. Permasalahan pada proses perakitan BVC adalah operator kesulitan dalam memisahkan leaf valve sesuai dengan jumlah yang ditentukan. Kesalahan jumlah leaf valve yang dirakit akan menyebabkan BVC menjadi reject. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan dibuat mesin auto washer feeder. Mesin ini berfungsi untuk mengeluarkan leaf valve sesuai dengan jumlah yang ditentukan. Kontrol pada mesin auto washer feeder terdiri dari perangkat input, perangkat proses, dan perangkat output. Perangkat input terdiri dari push button, selector switch, toggle switch, emergency switch, photoelectric sensor, proximity sensor, reed switch. Perangkat proses menggunakan PLC Omron CJ1M-CPU11. Perangkat output yang digunakan adalah lampu indikator, silinder pneumatik, dan cool muscle ac servo motor. Hasil yang diperoleh dari pembuatan mesin ini adalah operator menjadi lebih mudah dalam melakukan perakitan leaf valve, berkurangnya waktu perakitan leaf valve dari 81 detik menjadi 50.6 detik, dan berkurangnya jumlah BVC yang reject dari 8 pcs per minggu menjadi 0 pcs per minggu.

**Kata Kunci:** mesin auto washer feeder, PLC, BVC (Base Valve Complete)

**Abstract** -- Line of sub-assembly is a line which is the inner components of the shock absorber assembling. One of the processes in line sub assembly is the process of Base Valve Complete (BVC assembling). BVC is one of the essential components of the shock absorber which controls the circulation of fluid when the shock absorber compressing. BVC of the model shock absorber consists of: a guide, a non-return spring, non-return valve, valve base case, leaf valve, shim, and a valve stopper. Leaf valve is a circular thin plate with a thickness of 0.1-0.2 mm. The problem in the BVC assembly process is the difficulty of the operator in separating leaf valve in accordance with the specified of amount. Wrong number of leaf assembled valve will cause the rejected of BVC. The solution to this problem is to make auto washer machine feeder. This machine is used to remove the leaf valve in accordance with the specified amount. The control on auto washer machine feeder consists of: the input devices, the process device, and the output devices. The input devices consist of: push buttons, selector switches, toggle switch, emergency switches, photoelectric sensors, proximity sensors, and reed switches. The process device use Omron PLC CJ1M-CPU11. The use output devices are a light indicator, pneumatic cylinders, and cool muscle ac servo motors. Obtained results from the manufacture of this machine are the operator becomes more easily in the leaf valve assembly, the reduced leaf valve assembly time of 81 seconds to 50.6 seconds and the reduced number of rejected BVC from 8 pcs per week to be 0 pc per week.

**Keywords:** auto washer machine feeder, PLC, BVC (Base Valve Complete)

### PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan industri manufaktur di bidang komponen otomotif untuk kendaraan roda dua dan roda empat dengan produknya yaitu *Shock Absorber* (Kang et. al.,

2017). *Shock Absorber* merupakan salah satu komponen pada kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat yang berfungsi sebagai peredam getaran (Daniel et. al., 2016) (Galluzzi et. al., 2016). Secara garis besar proses

produksi pada perusahaan ini meliputi: *casting* (pengecoran), *machining* (permesinan), *grinding* (penggerindaan), *welding* (pengelasan), *assembling* (perakitan), *plating* (pelapisan), *painting* (pengecatan).

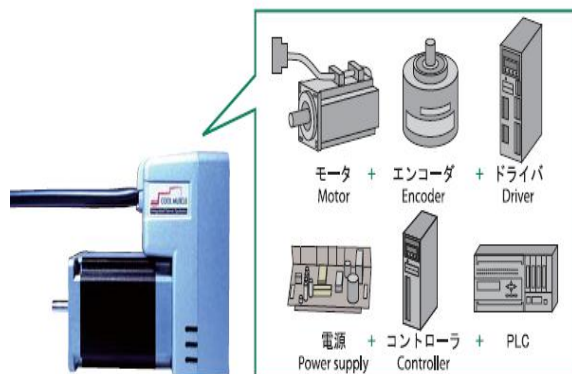
*Line sub assembly* merupakan salah satu *line assembly* di mana proses perakitan komponen bagian dalam dari *shock absorber* dilakukan. Salah satu proses yang berlangsung adalah proses perakitan *Base Valve Complete (BVC)* (Kang *et. al.*, 2017). BVC merupakan salah satu komponen pada *shock absorber* yang berfungsi mengatur sirkulasi fluida pada saat *shock absorber* mengalami kompresi. BVC untuk *shock absorber* model ini terdiri dari: *guide*, *non-return spring*, *non-return valve*, *base valve case*, *leaf valve*, *shim*, dan *valve stopper*. *Leaf valve* merupakan plat tipis berbentuk lingkaran yang memiliki ketebalan 0.1 – 0.2 mm. Proses perakitan *leaf valve* dilakukan dengan cara manual oleh operator dengan urutan kerja, mula-mula operator mengambil segenggam *leaf valve*. Kemudian memisah-misahkan dengan tangan sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. Lalu meletakkannya di atas *base valve case*. Operator mengalami kesulitan dalam memisahkan *leaf valve* sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan karena ukurannya yang sangat tipis dan keadaannya yang lengket. Oleh karena itu dibuat mesin *auto washer feeder* ini untuk mempermudah kerja operator dan diharapkan bisa mengurangi jumlah BVC *reject* akibat kesalahan jumlah *leaf valve* dalam BVC *assembly*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat kontrol mesin *auto washer feeder* sehingga dapat mengeluarkan *leaf valve* sesuai dengan jumlah yang diinginkan. Pada penelitian sebelumnya, penulis telah melakukan penelitian terkait dengan disain otomatisasi proses press BVC *assembly* (Ardi, 2016)

## METODOLOGI

### Cool Muscle AC Servo Motor

*Cool Muscle 2 (CM2)* merupakan sebuah motor servo dengan sistem yang sudah terintegrasi di mana di dalamnya terdapat motor, *encoder*, *driver*, *controller*, fungsi PLC, dan

*power supply* (Toshiyuki, 2008). Gambar 1 memperlihatkan bentuk dari *cool muscle ac servo motor*.










Gambar 1. Cool Muscle AC Servo Motor

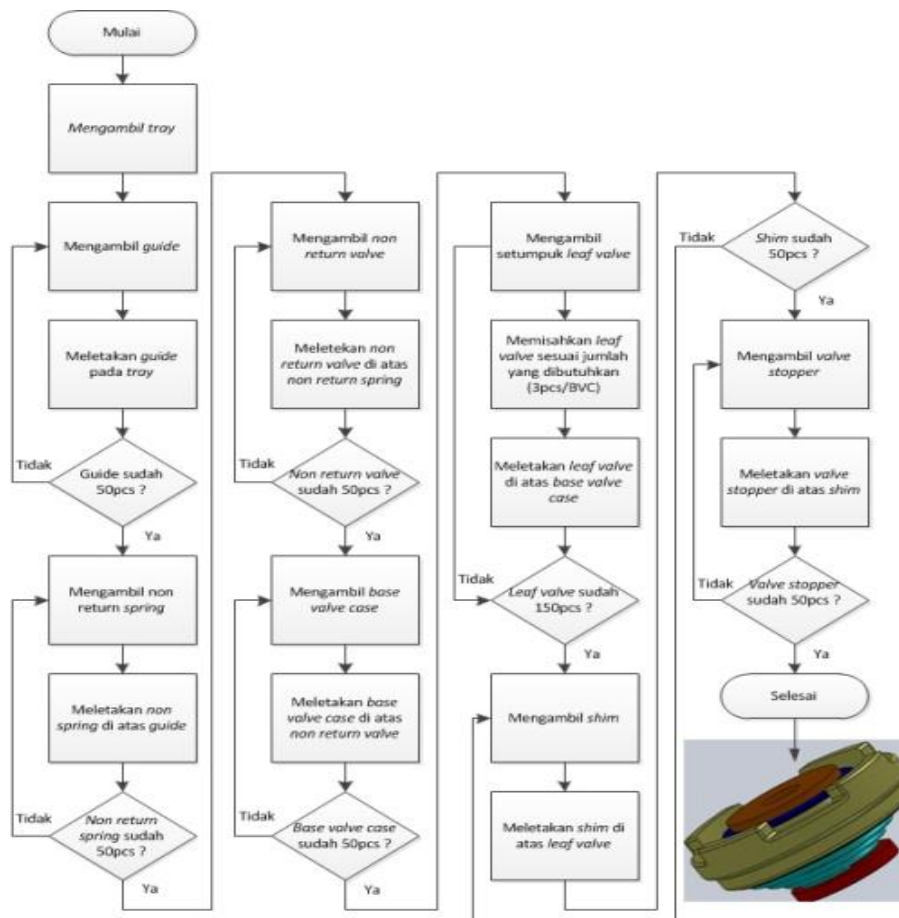
### Line Sub Assembly

*Line sub assembly* merupakan salah satu bagian dari proses *assembly*. *Line sub assembly* adalah tempat untuk melakukan proses perakitan komponen bagian dalam dari *shock absorber*. Ada beberapa proses yang berlangsung pada *line sub assembly*. Salah satunya adalah *Base Valve Complete (BVC) assembly*. BVC *assembly* merupakan proses perakitan *valve* yang berfungsi untuk mengatur sirkulasi fluida pada saat *shock absorber* mengalami kompresi. Pada *shock absorber* model ini, BVC terdiri dari *guide*, *non-return spring*, *non-return valve*, *base valve case*, *leaf valve*, *shim*, dan *valve stopper*. Tabel 1 merupakan penjelasan dari masing-masing komponen.

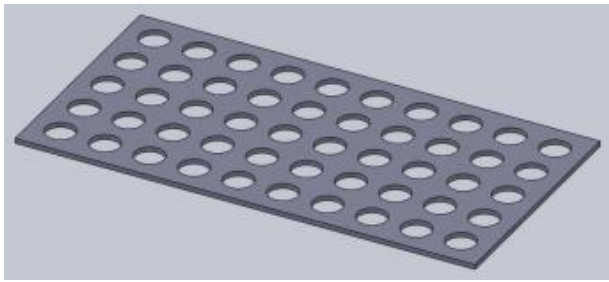
Proses perakitan BVC harus dilakukan dengan keadaan bersih karena jika ada debu yang masuk akan mengganggu kinerja dari *valve*. Proses perakitan BVC dilakukan secara manual oleh operator. *Flow process* perakitan BVC untuk *shock absorber* model ini dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam melakukan perakitan BVC operator menggunakan alat bantu yaitu *tray*. *Tray* merupakan papan berbentuk persegi panjang yang berfungsi untuk menjaga posisi BVC saat dilakukan proses perakitan. Gambar 3 memperlihatkan bentuk fisik dari *tray*.

Tabel 1. Komponen pada Proses Perakitan BVC

No	Komponen	Gambar	Fungsi
1	Guide		Menopang <i>non return spring</i> , <i>non return valve</i> , <i>base valve</i> , <i>leaf valve</i> , <i>shim</i> , dan <i>valve stopper</i>
2	Non Return Spring		Komponen elastisitas <i>valve</i>
3	Non return valve		Mengatur aliran fluida
4	Base valve case		Menopang <i>leaf valve</i> , <i>shim</i> , dan <i>valve stopper</i>
5	Leaf valve		Mengatur sirkulasi fluida
6	Shim		Mengatur sirkulasi fluida
7	Valve stopper		Mengatur sirkulasi fluida



Gambar 2. Flow Process Perakitan BVC



Gambar 3. Bentuk Fisik Tray

Berdasarkan Gambar 3, dalam satu kali proses perakitan menghasilkan 50 pcs BVC. Proses perakitan BVC diawali dengan operator mengambil tray. Kemudian operator meletakkan *guide* di atas tray. Setelah *guide* yang diletakkan berjumlah 50 pcs, lalu operator mengambil *non return spring*. Kemudian *non return spring* diletakkan di atas *guide*. Setelah *non return spring* berjumlah 50 pcs, lalu operator mengambil *non return valve* dan meletakkannya di atas *non return spring*. Setelah *non return valve* yang diletakkan mencapai jumlah 50 pcs, lalu operator mengambil dan meletakkan *base valve case* di atas *non return valve*. Setelah *base valve case* yang diletakkan berjumlah 50 pcs, proses selanjutnya adalah mengambil *leaf valve*. Operator mengambil setumpuk *leaf valve* kemudian memisahkan sesuai dengan jumlah yang ditentukan (untuk model ini adalah 3 pcs untuk 1 BVC) lalu meletakkannya di atas *base valve case*. Setelah *leaf valve* yang diletakkan mencapai 150 pcs, maka proses selanjutnya adalah meletakkan *shim* di atas *leaf valve*. Setelah *shim* yang diletakkan mencapai jumlah 50 pcs, maka proses selanjutnya adalah meletakkan *valve stopper* di atas *shim*. Setelah *valve stopper* yang diletakkan berjumlah 50 pcs, maka proses meletakkan komponen selesai dan akan dilanjutkan ke bagian selanjutnya.

**Permasalahan Pada Proses Perakitan BVC**

Permasalahan pada proses perakitan BVC terletak pada saat operator melakukan perakitan leaf valve. Gambar 4 memperlihatkan proses perakitan leaf valve yang dilakukan oleh operator. Ada 3 langkah yang dilakukan operator saat melakukan perakitan leaf valve. Langkah pertama adalah operator mengambil setumpuk leaf valve dari kotak tempat penyimpanan leaf valve. Kemudian operator memisahkan leaf valve sesuai dengan jumlah yang diinginkan. Lalu operator meletakkan leaf valve di atas base valve case.



Gambar 4. Flow Process Perakitan Leaf Valve

Dalam proses perakitan leaf valve terdapat beberapa permasalahan, yaitu: kesalahan jumlah leaf valve yang dirakit pada BVC assembly dan operator kesulitan dalam memisahkan leaf valve. Hal ini terjadi karena ukuran leaf valve yang tipis dan keadaannya yang lengket.

Permasalahan pada proses perakitan leaf valve telah menyebabkan reject yang terjadi pada BVC. Tabel 2 merupakan data reject yang terjadi pada BVC akibat kesalahan jumlah leaf valve.

Tabel 2 Data Reject Yang Terjadi Pada BVC Akibat Kesalahan Jumlah Leaf Valve

No	Jumlah BVC yang dirakit (pcs)	Jumlah BVC yang di cek (pcs)	Jumlah BVC yang reject (pcs)
1	500	25	2
2	500	25	2
3	500	25	1
4	500	25	1
5	500	25	2

Berdasarkan Tabel 2, BVC yang dirakit tidak semuanya di cek. Jumlah BVC yang dicek adalah 5 pcs untuk setiap 100 pcs BVC yang dirakit.

**Penanggulangan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada proses perakitan BVC, maka solusi pemecahan masalahnya yaitu: mendisain mesin yang dapat mengeluarkan leaf valve dengan jumlah yang diinginkan.

**Spesifikasi Mesin**

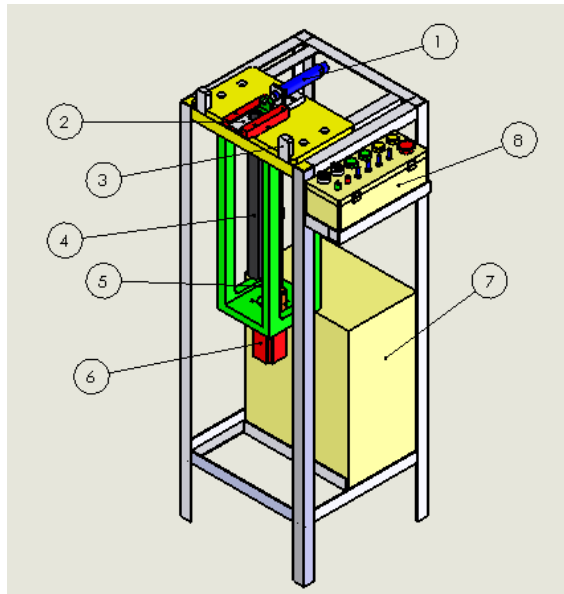
Spesifikasi mesin yang diharapkan adalah: mesin harus mampu mengeluarkan leaf valve dengan jumlah yang diinginkan dan mesin harus dilengkapi dengan tombol emergency stop. Tombol ini digunakan untuk menghentikan mesin secara seketika. Hal ini untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja pada operator maupun mesin, mesin dilengkapi dengan indikator. Hal ini untuk mengetahui keadaan mesin apakah mesin siap kerja atau tidak. Selain itu, rangka mesin menggunakan stainless agar

tidak berkarat serta mesin *safety* dan menjamin keamanan kerja operator.

## DISAIN

### Perancangan Mekanik Mesin *Auto Washer Feeder*

Gambar 5 memperlihatkan disain mesin *auto washer feeder*.



Gambar 5. Mesin *Auto Washer Feeder*

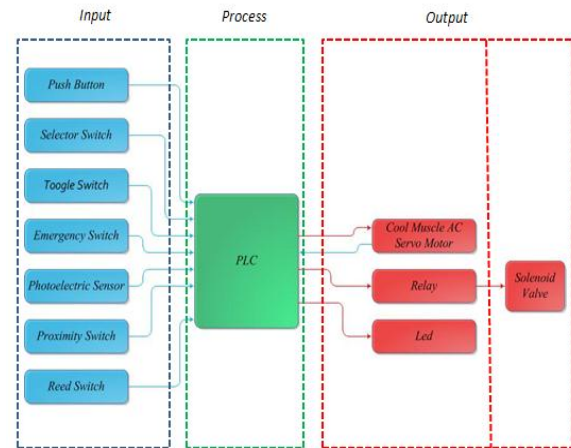
Berdasarkan Gambar 6, berikut adalah bagian-bagian dari mesin *auto washer feeder* yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bagian-bagian Mesin *Auto Washer Feeder*

No	Nama Bagian	Fungsi
1	Silinder pneumatik	Mendorong <i>leaf valve</i> ke arah operator
2	<i>Slider</i>	Jalur <i>leaf valve</i> melaju
3	Dudukan <i>photoelectric sensor</i>	Tempat <i>photoelectric sensor</i>
4	<i>Shelters/Magazine</i>	Tempat penampungan <i>leaf valve</i>
5	<i>Ball screw</i>	Menkonversi gerakan radial menjadi linear
6	Motor servo	Memutar <i>ball screw</i>
7	<i>Operational panel</i>	Untuk melakukan pengaturan dan menjalankan mesin
8	<i>Panel box</i>	Tempat semua komponen elektrik

### Perancangan Kontrol Mesin *Auto Washer Feeder*

Perancangan kontrol mesin *auto washer feeder* dapat dilihat pada blok diagram Gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Perancangan Kontrol Mesin *Auto Washer Feeder*

Berikut ini adalah komponen kontrol mesin *auto washer feeder* yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komponen Kontrol Mesin *Auto Washer Feeder*

No	Komponen	Jumlah
1	<i>Push button</i>	4
2	<i>Selector switch</i>	2
3	<i>Toggle switch</i>	4
4	<i>Emergency switch</i>	1
5	<i>Photoelectric sensor</i>	1
6	<i>Proximity sensor</i>	2
7	<i>Reed switch</i>	2
8	<i>PLC Omron CJ1M-CPU11</i>	1
9	<i>Cool muscle AC servo motor</i>	1
10	Silinder pneumatik	1
11	<i>Led</i>	2

### Perancangan Program

Program yang akan digunakan harus dapat menjalankan fungsi mesin dengan baik. Bahasa yang digunakan adalah *ladder diagram* (Valencia, 2011). Program dibuat dengan menggunakan beberapa fungsi seperti *timer*, *counter*, dan pengolahan data memori. Jenis komunikasi yang digunakan antara PLC dengan *cool muscle ac servo motor* adalah RS-232C. Dalam program mesin *auto washer feeder* dibedakan menjadi dua mode yaitu mode manual dan mode otomatis. Mode manual yaitu semua pergerakan aktuator diatur oleh tombol. Sedangkan dalam mode otomatis mesin akan bekerja secara otomatis. Gambar 7 memperlihatkan gambar *flow chart* urutan kerja mesin *auto washer feeder* secara umum.





Gambar 7. Flow Chart Kerja Mesin Auto Washer Feeder

Berdasarkan Gambar 7, langkah pertama dalam mengoperasikan mesin adalah mengaktifkan MCB yang ada pada *panel box* mesin. Langkah kedua adalah mengaktifkan *air pressure* dengan cara memutar kran angin. Selanjutnya operator memilih mode mesin yang digunakan. Mode otomatis digunakan saat melakukan proses produksi. Mode manual digunakan untuk mengecek kinerja mesin atau ingin menggerakkan aktuator mesin sesuai keinginan. Jika mode otomatis digunakan, maka operator harus mengatur jumlah *leaf valve* yang ingin dikeluarkan oleh mesin. Setelah itu motor servo naik. Lalu *cylinder pneumatic* maju mendorong *leaf valve* ke arah operator. Langkah selanjutnya adalah operator mengambil *leaf valve* yang sudah dikeluarkan oleh mesin. Ketika menggunakan mode manual, operator bebas untuk menggerakkan aktuator yang ada pada mesin. Mode manual dilakukan dengan mengaktifkan tombol-tombol yang ada pada *operational panel*.

**Gambaran Mekanik Mesin Auto Washer Feeder**

Bentuk nyata dari mesin *auto washer feeder* dapat dilihat pada Gambar 8.



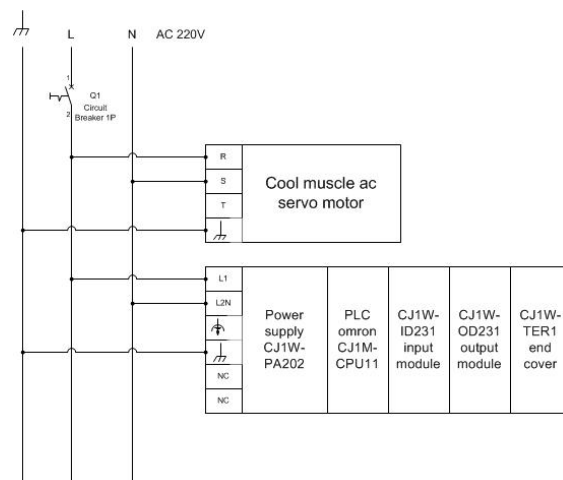
Gambar 8. Mesin Auto Washer Feeder

**Pembuatan Kontrol Mesin Auto Washer Feeder**

Pembuatan kontrol mesin *auto washer feeder* meliputi pembuatan sistem elektrik, sistem pneumatik dan program. Pembuatan sistem elektrik berisi tentang pengabelan komponen input, proses, dan output. Pembuatan sistem pneumatik menjelaskan tentang pembuatan diagram pneumatik dengan silinder dan solenoid. Pembuatan program dilakukan sesuai urutan kerja mesin dengan memperhatikan pengabelan elektrik.

**Pembuatan Sistem Elektrik Pengabelan PLC dan Cool Muscle AC Servo Motor dengan Sumber Tegangan**

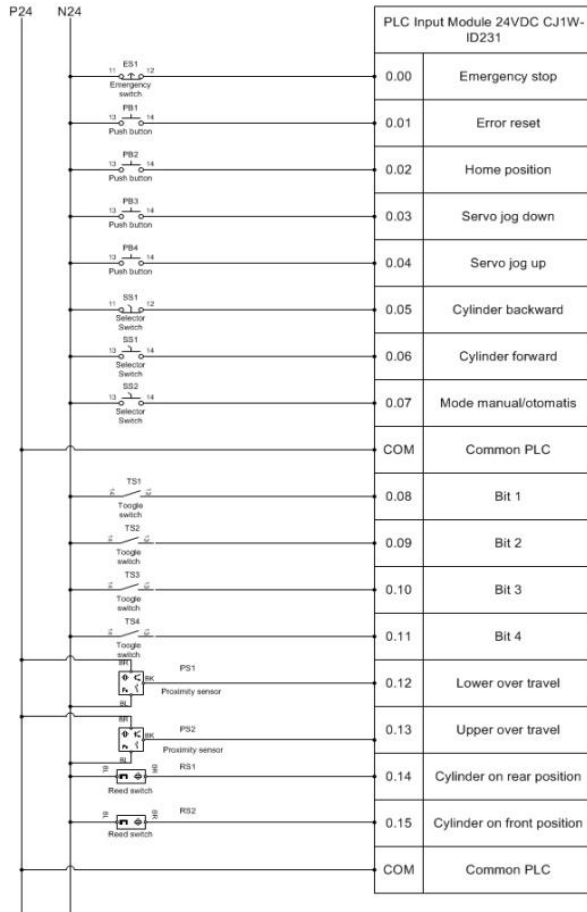
Gambar 9 memperlihatkan pengabelan PLC dan Cool Muscle AC Servo Motor dengan sumber tegangan.



Gambar 9. Pengabelan PLC dan Cool Muscle AC Servo Motor dengan Sumber Tegangan

**Pengabelan Komponen Input Dengan PLC**

Merupakan proses menghubungkan komponen input dengan catu daya dan PLC. Komponen input yang berfungsi memberi masukan akan dihubungkan ke PLC dengan alamat-alamat tertentu melalui modul input CJ1W-ID231. Gambar 10 memperlihatkan pengabelan komponen input ke modul input PLC.

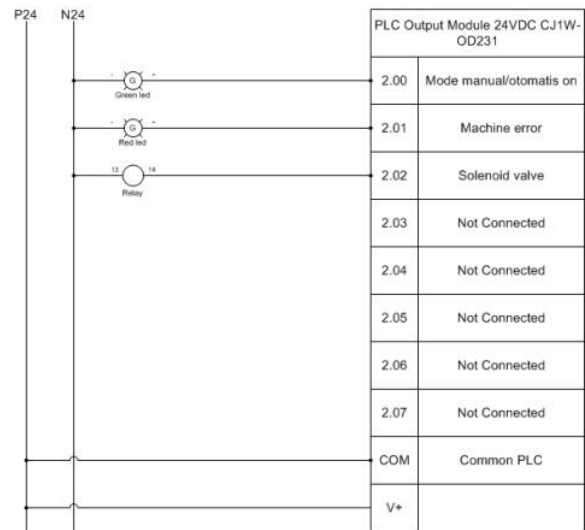


Gambar 10. Pengabelan Komponen Input

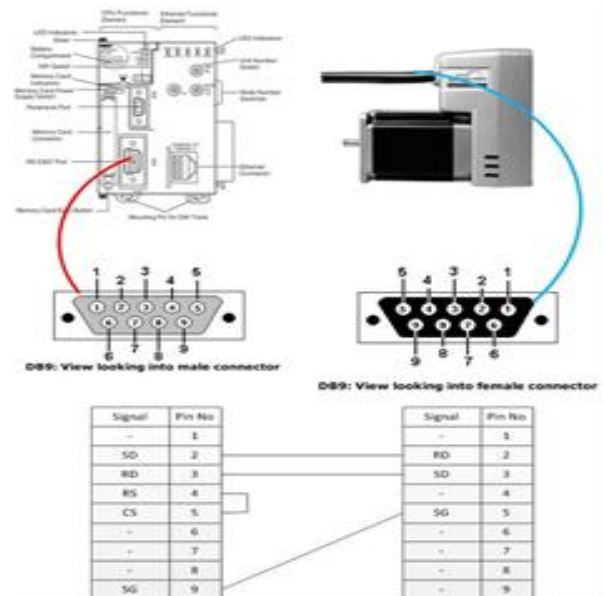
**Pengabelan Komponen Output Dengan PLC**

Merupakan proses menghubungkan komponen output dengan PLC. Komponen output dihubungkan melalui modul output CJ1W-OD231. Komponen output merupakan perwujudan dari algoritma program. Gambar 11 memperlihatkan pengabelan komponen output ke modul output CJ1W-OD231.

serial port yang ada pada *cool muscle ac servo motor*. Gambar 12 memperlihatkan koneksi antara PLC dengan *cool muscle ac servo motor*.



Gambar 11. Pengabelan Komponen Output dengan PLC



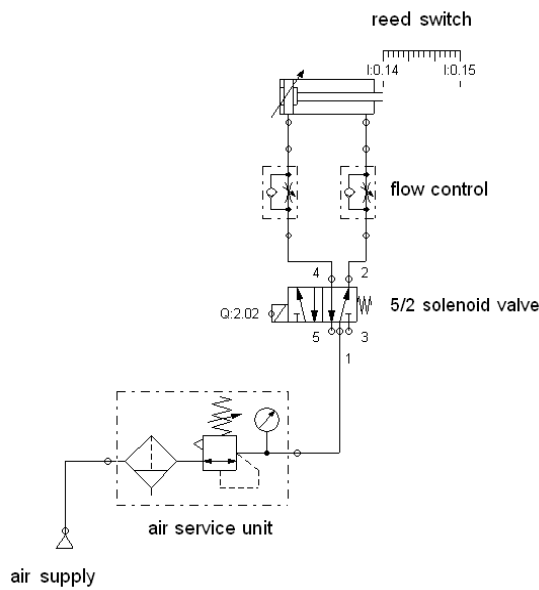
Gambar 12. Pengabelan PLC dan Cool Muscle Ac Servo Motor dengan Sumber Tegangan

**Pengabelan Cool Muscle AC Servo Motor**

Cool muscle ac servo motor menggunakan sumber tegangan 220 VAC. Cara untuk mengontrolnya adalah dengan mengirimkan data serial ke serial port miliknya. Data serial yang dikirim berupa kode yang sesuai dengan CML (*cool muscle language*). Serial port RS-232C yang ada pada PLC harus dihubungkan dengan

**Pembuatan Sistem Pneumatik**

Sistem pneumatik berisi tentang rangkaian pneumatik yang terdapat pada mesin *auto washer feeder*. Air service unit, solenoid valve, dan silinder pneumatik dihubungkan sehingga dapat menghasilkan mekanisme gerakan. Gerakan *cylinder* ini akan mendorong *leaf valve* ke arah tangan operator. Gambar 13 memperlihatkan rangkaian pneumatik mesin *auto washer feeder*.



Gambar 13. Rangkaian Pneumatik Mesin *Auto Washer Feeder*

**Pembuatan Program**

Program dibuat berdasarkan *flow chart* mesin yang ada pada perancangan program. Pembuatan program dibagi menjadi 8 sub program yaitu *input section, preparation section, manual section, model section, servo section, auto section, output section, end section*.

**Servo Section**

Bagian ini berisi program yang mengontrol pergerakan servo. Ada 2 metode untuk mengontrol motor servo ini yaitu *program mode* dan *direct mode*. *Program mode* merupakan metode pengontrolan motor servo dengan menggunakan PLC yang berada di dalam motor servo itu sendiri. Pada program ini, metode yang digunakan adalah *direct mode*. Metode ini mengontrol motor servo dengan mengirimkan data serial. Data yang dikirimkan harus sesuai dengan *cool muscle language*(CML). Data yang dikirim meliputi kecepatan motor, akselerasi motor, dan posisi yang akan dicapai motor. Beberapa data yang harus dikirimkan sesuai dengan CML, adalah:

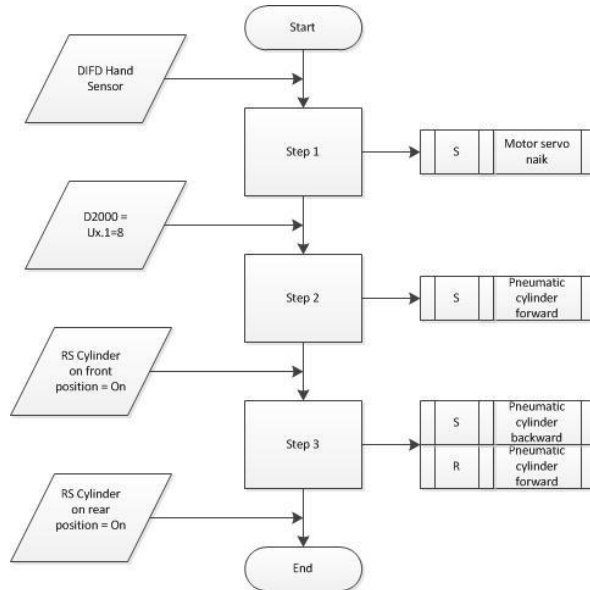
- n = Motor ID
- S.n = value (menentukan kecepatan)
- A.n = value (menentukan akselerasi)
- P.n = value (menentukan posisi yang ingin dituju)
- ^.n = menjalankan motor sesuai parameter di atas.

Ketika posisi sudah tercapai maka *cool muscle* akan mengirimkan konfirmasi yang berupa kode. Kode ini berupa data string yaitu karakter Ux.n=8. Pengiriman data dilakukan

melalui *serial port* yang ada pada CPU unit PLC CJ1M-CPU11.

**Auto Section**

Bagian ini berisi program yang mengatur kinerja mesin secara otomatis. Mode auto digunakan saat proses produksi sedang berlangsung. Pemograman pada bagian ini menggunakan metode *step by step programming*. Diagram *step by step* dapat dilihat pada Gambar 14.



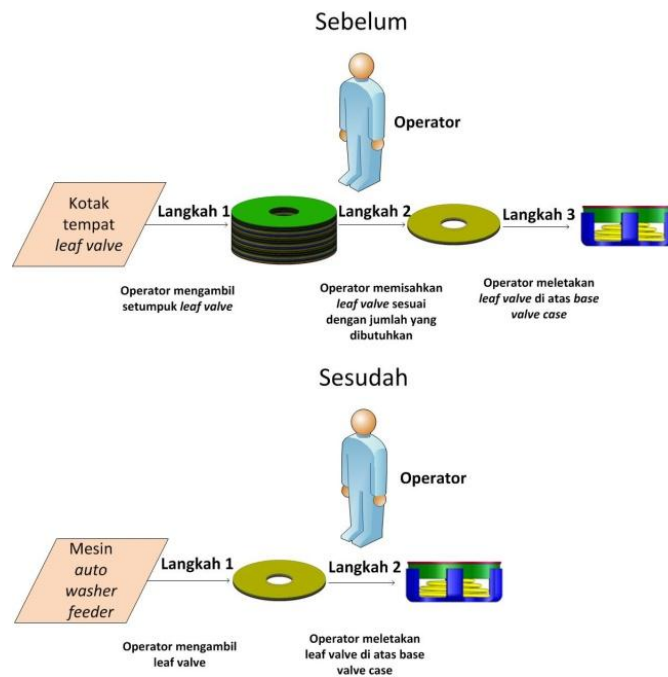
Gambar 14. Diagram *Step by Step*

**ANALISIS HASIL**

Hasil yang akan diperoleh dari pembuatan mesin *auto washer feeder* adalah kemudahan operator dalam pengambilan *leaf valve*, penurunan *reject* pada proses perakitan BVC, dan peningkatan produktivitas BVC. Proses perakitan BVC sebelum mesin ini dibuat adalah operator mengambil setumpuk *leaf valve*. Kemudian memisahkan sesuai dengan jumlah yang diinginkan. Lalu meletakkannya di atas *base valve case*. Setelah mesin ini dibuat, operator tidak perlu memisahkan *leaf valve*. Proses perakitan *leaf valve* dimulai dari operator mengambil *leaf valve* dari mesin *auto washer feeder* lalu meletakkannya di atas *base valve case*. Gambar 15 memperlihatkan sesbelum dan sesudah dibuat mesin *auto washer feeder*.

Sesuai dengan Gambar 15, karena berkurangnya langkah kerja yang dilakukan operator maka waktu untuk melakukan proses perakitan *leaf valve* menjadi berkurang. Perbedaan waktu perakitan *leaf valve* BVC model ini sebelum dan sesudah dibuat mesin *auto washer feeder* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 16 (Ardi, 2015a, 2015b, 2015c).



Gambar 15. Sebelum dan Sesudah dibuat Mesin *Auto Washer Feeder*Tabel 5. Perbedaan Waktu Perakitan *Leaf Valve* BVC Model: Sebelum dan Sesudah dibuat Mesin *Auto Washer Feeder*

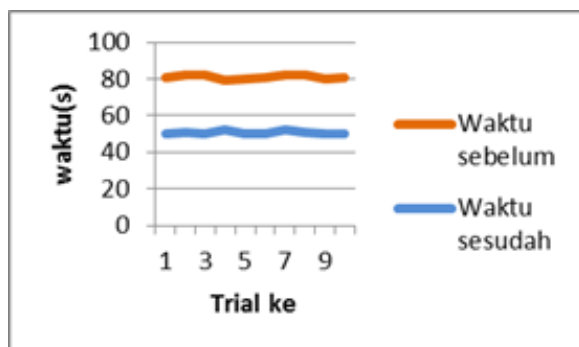
No	Jumlah BVC yang dirakit (pcs)	Jumlah leaf valve tiap BVC (pcs)	Waktu sebelum (detik)	Waktu sesudah (detik)
1	50	3	81	50
2	50	3	82	51
3	50	3	82	50
4	50	3	79	52
5	50	3	80	50
6	50	3	81	50
7	50	3	82	52
8	50	3	82	51
9	50	3	80	50
10	50	3	81	50
<b>Waktu rata-rata (detik)</b>			<b>81</b>	<b>50.6</b>

Tabel 6. Data Percobaan Kestabilan Mesin *Auto Washer Feeder*

No	Percobaan ke-	Jumlah leaf valve yang dikeluarkan mesin (pcs)	Jumlah leaf valve yang dikeluarkan mesin (pcs)	Judgement	
				OK	NG
1	1	3	3	√	
2	2	3	3	√	
3	3	3	3	√	
4	4	3	3	√	
5	5	3	3	√	
6	6	3	3	√	
7	7	3	3	√	
8	8	3	3	√	
9	9	3	3	√	
10	10	3	3	√	

Keterangan

OK : Jumlah *leaf valve* yang dikeluarkan mesin sesuai dengan yang ditentukan.NG : Jumlah *leaf valve* yang dikeluarkan mesin tidak sesuai dengan yang ditentukan.



Gambar 16. Grafik perbedaan waktu perakitan leaf valve BVC model ini sebelum dan sesudah dibuat mesin auto washer feeder.

Sesuai dengan data sebelumnya, proses perakitan leaf valve mengalami penurunan waktu. Berdasarkan pada 10 kali percobaan, rata-rata waktu proses perakitan leaf valve turun dari 81 detik menjadi 50.6 detik. Penurunan waktu pada proses perakitan leaf valve juga menjadi bukti bahwa kerja operator menjadi lebih mudah daripada sebelumnya.

Hasil yang didapat dari pembuatan mesin auto washer feeder lainnya adalah dalam hal kualitas. Dalam hal ini mesin auto washer feeder akan mengurangi BVC reject yang disebabkan oleh kesalahan jumlah leaf valve. Tabel 6 memperlihatkan data hasil percobaan kestabilan mesin auto washer feeder dalam mengeluarkan leaf valve.

## KESIMPULAN

Pembuatan kontrol mesin auto washer feeder menggunakan pengontrol utama berupa PLC. Perangkat input yang digunakan adalah push button, selector switch, toggle switch, emergency switch, photoelectric switch, proximity sensor, dan reed switch. Perangkat output yang digunakan adalah lampu indikator hijau, lampu indikator merah, silinder pneumatik, dan cool muscle ac servo motor. PLC sebagai otak dari mesin mengatur perangkat input dan output sehingga menghasilkan sebuah mesin yang dapat mengeluarkan leaf valve sesuai dengan jumlah yang diinginkan. Hasil yang diperoleh pembuatan mesin auto washer feeder adalah operator lebih mudah dalam perakitan leaf valve, berkurangnya waktu yang diperlukan dalam perakitan leaf valve dari 81 detik menjadi 50.6 detik, dan berkurangnya jumlah BVC yang reject dari 8 pcs per minggu menjadi 0 pcs per minggu.

## REFERENSI

Ardi, S., Kusuma, R., Disain Otomatisasi Proses BVC (Base Valve Complete) Assembly Press Berbasis Kendali Programmable Logic

Controller. *SINERGI*. 2016; 20 (1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.22441/sinergi.2016.1.001>

Ardi, S., Lin Prasetyani, Reza Guntur Budianto. Pokayoke Control System Design using Programmable Logic Controller (PLC) on Station Final Check Propeller Shaft. *Proceeding 2013 Annual Engineering Seminar*. Yogyakarta, Indonesia. 2013: C-74 – C-80.

Ardi, S., Mada Jimmy, Rian Agustono. Design of Pokayoke Sensor Systems in Engraving Machine to Overcome Upside Defect Production using Programmable Logic Controller. *Proceeding QiR 2015*. Universitas Indonesia. 2015.

Ardi, S., 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. *Proceeding 2015 Annual Engineering Seminar*. Yogyakarta, Indonesia. 2015.

Ardi, S., Setyowati, Disain Sistem Kendali Mesin Air Leak Test Menggunakan Sistem Kendali PLC Omron CJ2M di HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) Line 6, *SINERGI*. 2015; 19 (1):7-12.

<http://dx.doi.org/10.22441/sinergi.2015.1.002>

Daniel, G., C. Yoan, P. Zoltan and P. Yves, Experimental investigation of the dynamic performances of a miniature soft Magneto-Rheological shock absorber, *IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)*, Banff, AB, 2016; 240-245.

<http://dx.doi.org/10.1109/AIM.2016.7576773>

Galluzzi, R., Tonoli, A., Amati, N., Curcuruto, G. et al., Regenerative Shock Absorbers and the Role of the Motion Rectifier, *SAE Technical Paper 2016-01-1552*, 2016.

<http://dx.doi.org/10.4271/2016-01-1552>

Kang, M., Kim, J., Oh, H., Jang, W. et al., Transient Nonlinear Full-Vehicle Vibration Analysis, *SAE Technical Paper 2017-01-1553*, 2017, <http://dx.doi.org/10.4271/2017-01-1553>

Toshiyuki, K. *Cool Muscle 2 Integrated AC Servo System*. 2008. Jepang: Muscle Corporation.

Valencia-Palomo, G. and J.A. Rossiter. Programmable logic controller implementation of an auto-tuned predictive control based on minimal plant information. *ISA Transactions*. 2011; 50 (1): 92-100.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.isatra.2010.10.002>