

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES CHAMFER PART STOPPER VALVE PADA MESIN BENCH LATHE SD-32A DI PT DHARMA PRECISION PARTS

¹Mohamad Ilham Fauzan, ²Haris Rachmat, ³Rino Andias Anugraha.
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University
¹miffauzan@gmail.com, ²haris.bdg23@gmail.com, ³pak.rino@gmail.com

Abstrak—Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat mendorong perusahaan manufaktur untuk dapat menerapkan teknologi ke dalam proses produksinya, salah satu teknologi tersebut yaitu otomasi. Penggunaan teknologi otomasi di sebuah perusahaan terutama perusahaan manufaktur dapat meningkatkan produktivitas. PT Dharma Precision Parts merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang permesinan dan memproduksi ribuan unit *part* yang terdiri atas berbagai macam setiap harinya. Salah satu produknya yaitu *stopper valve*. Permasalahan yang muncul dalam produksi *stopper valve*, yaitu proses pengerjaannya yang masih semiotomatis, yakni masih tingginya tingkat keterlibatan operator dalam proses produksi dan juga ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi target produksi. Perancangan sistem otomasi menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali utama dalam proses dan teknologi pneumatik sebagai penggerak dilakukan agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dan dapat diterapkan pada proses *chamfering part stopper valve*. Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, perancangan sistem otomatisasi proses *chamfering stopper valve* pada mesin Bench Lathe SD-32A pada PT Dharma Precision Parts telah selesai dilakukan dan waktu proses baru untuk proses *chamfer* yaitu sekitar 5 detik/*part*. Dengan menggunakan sistem otomasi pada proses produksi *part stopper valve* ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi dan dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja sehingga dapat memberikan dampak positif kepada perusahaan.

Kata Kunci: otomasi, *Programmable Logic Controller*, Pemrograman PLC, pneumatik, Omron PLC

I. PENDAHULUAN

PT Dharma Precision Parts adalah salah satu perusahaan manufaktur lokal besar di Indonesia, didirikan pada tahun 1997. PT Dharma Precision Parts spesialisasi dalam proses pemesinan yang memproduksi komponen dan juga memasok ke beberapa perusahaan manufaktur yang beroperasi di Indonesia. PT Dharma Precision Parts juga sebagai pemasok untuk perusahaan OEM (*Original Equipment Manufacturer*) dari beberapa jenis manufaktur yang bergerak di berbagai bidang seperti otomotif, peralatan medis, dan peralatan rumah tangga. Produk yang dihasilkan oleh PT Dharma Precision Parts juga memiliki kualitas tinggi, terbukti bahwa perusahaan ini dipercaya untuk memasok berbagai komponen untuk

perusahaan manufaktur asing yang beroperasi di Indonesia.

Sebagai perusahaan manufaktur besar, PT Dharma Precision Parts memiliki banyak mesin dan berbagai produk yang dihasilkan dari proses produksi. Salah satu proses yang ada yaitu proses *chamfering* komponen katup *stopper (stopper valve)*, yang diproses oleh mesin CNC dan mesin Bench Lathe. Proses *chamfering* dimulai dengan menempatkan bagian *stopper valve* yang telah dibuat oleh sebuah mesin CNC ke *chuck collet* yang kemudian akan terkunci dan motor akan memutar *collet chuck*. *Spindle* akan bergerak maju untuk menjalankan proses *chamfering*.

Dengan meningkatnya persaingan dan permintaan, perusahaan harus mampu memenuhi permintaan pada waktu yang tepat serta dengan kualitas terbaik. Masalah yang dihadapi perusahaan pada proses produksi untuk *stopper valve* adalah waktu proses untuk menyelesaikan pembuatan *part* yang cukup lama sehingga mereka tidak dapat memenuhi permintaan. Saat ini perusahaan mampu menghasilkan dengan kecepatan 6 pcs/min. Jika kondisi ini tidak segera dikoreksi dengan mengurangi waktu proses, perusahaan akan mengalami kerugian karena kemampuan produksi tidak dapat memenuhi permintaan.

TABEL I
KONDISI EKSTING

Parameter	Angka
Rata-rata waktu proses	9.92 detik/pcs
Jam kerja	7 jam
Tenaga kerja dibutuhkan	1 operator/shift
Rata-rata produksi/shift	2526 pcs

Jumlah operator yang dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin ini adalah satu operator per sif. Buruh adalah salah satu aset utama bagi perusahaan karena mereka melakukan jenis pekerjaan dalam menjalankan produksi. Buruh juga sebagai operator memiliki aturan besar dalam menjalankan produksi, produktivitas dan efisiensi perusahaan. Jumlah produksi masih mengandalkan kemampuan operator, dalam menghasilkan produk masih mengandalkan kemampuan operator terutama faktor alami manusia seperti kelelahan yang tidak dapat dihindari.

Oleh karena itu, pengurangan operator adalah salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi pengeluaran perusahaan.

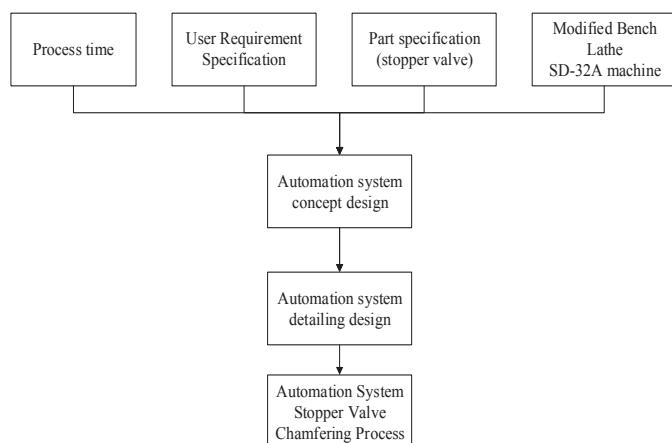
Alasan untuk sistem otomatisasi diharapkan mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan pengurangan operator mesin Bench Lathe. Dan, akan meningkatkan kualitas produk, karena otomatisasi digunakan juga untuk melakukan proses manufaktur dengan keseragaman yang lebih besar dan dengan kualitas sesuai spesifikasi [1]. Dengan kata lain penggunaan otomasi secara otomatis akan mengurangi cacat pada produk yang disebabkan oleh faktor kesalahan manusia.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas proses produksi dan kualitas dari produk yang dihasilkan oleh mesin Bench Lathe dalam memproses *chamfer stopper valve*, yaitu mengotomatisasi proses *chamfer stopper part* menggunakan aspek mekanis dan elektrik. Mengotomatisasi proses ini dapat dilakukan dengan dua cara, pertama, yaitu memodifikasi proses mekanis dan elektrik dalam mesin eksisting yang digunakan dalam proses produksi dan opsi kedua, yaitu membuat mesin baru yang sudah terotomatisasi.

Reliabilitas dari mesin eksisting sudah teruji dalam melakukan proses *chamfer*. Berbeda jika ingin membuat mesin baru yang membutuhkan biaya investasi lebih tinggi dan juga memerlukan waktu pengembangan lebih lama untuk memastikan apakah mesin baru tersebut dapat menghasilkan *output* yang menyamai atau melebihi kualitas daripada mesin eksisting. Setelah menimbang hal-hal tersebut, diputuskan bahwa memodifikasi mesin eksisting dapat menjadi alternatif terbaik untuk meningkatkan kapasitas produksi dan memaksimalkan utilitas mesin yang sudah ada.

Tujuan dari penelitian ini ialah bagaimana merancang sistem otomasi dan program PLC untuk mengendalikan proses *chamfer* pada mesin Bench Lathe SD-32A dalam rangka mengurangi waktu proses untuk mencapai target produksi dan meningkatkan efisiensi.

II. PERANCANGAN SISTEM



Gambar 1 Model konseptual

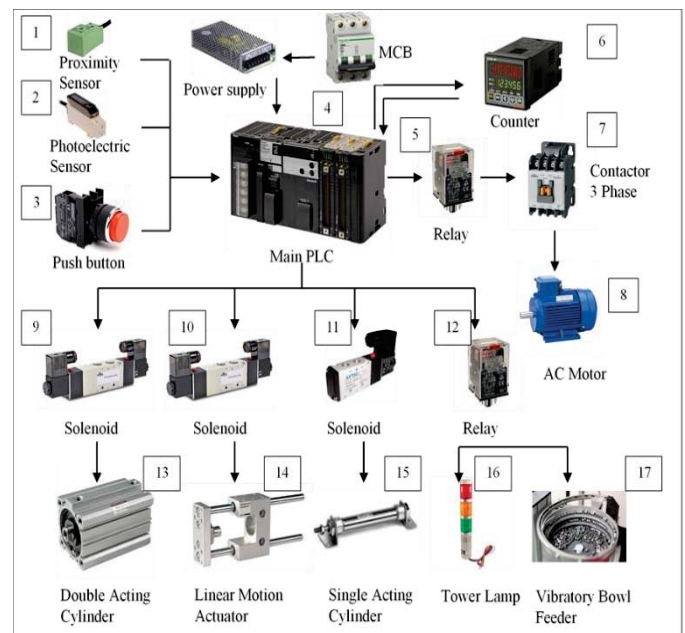
Sebelum membuat suatu perancangan sistem, dimulai terlebih dahulu dengan model konseptual. Konseptual model adalah suatu cara untuk membuat cara berfikir dalam menyelesaikan masalah dalam suatu penelitian agar penelitian

tersebut terfokus. Model konseptual memberikan gambaran besar mengenai penelitian yang dijalankan (Gambar 1).

Masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana membuat sistem otomasi proses *chamfer stopper valve*. Dalam model konseptual dapat dilihat bahwa *input* yang akan digunakan, yaitu data waktu proses, *User Requirement Specification* (URS), spesifikasi *part*, dan mesin Bench Lathe SD-32A yang telah dimodifikasi. Penyelesaian masalah diakhiri dengan membuat perancangan konsep sistem otomasi dan *detailing* rancangan sistem. *Detailing* rancangan sistem otomasi bertujuan untuk memastikan semua proses yang terdapat dalam sistem telah benar.

A. Identifikasi Komponen Sistem

Dalam identifikasi komponen sistem, ada beberapa kebutuhan *hardware* dan *software* untuk mendukung sistem agar berjalan dengan baik. Masukan sistem *hardware* diberikan oleh URS, maka di sini dapat diidentifikasi interkoneksi antara masing-masing perangkat keras dan memberikan gambaran untuk mengkonfigurasinya (Gambar 2).



Gambar 2 Identifikasi Kebutuhan Perangkat Keras

Selain *hardware*, identifikasi kebutuhan perangkat lunak juga diperlukan untuk memastikan komponen dapat diprogram dalam sistem. Berikut ini adalah perangkat lunak yang diperlukan dalam sistem.

1. Sistem Operasi Windows XP SP3

Sistem operasi diperlukan untuk menjalankan dan merancang program PLC. Sistem operasi ini masih diperlukan karena beberapa perangkat lunak masih berjalan dengan baik pada Windows XP dan belum mendukung sistem operasi baru.

2. CX-Programmer 9.4

Perangkat lunak ini digunakan untuk pemrograman logika pada PLC OMRON dan beberapa fungsi lain pada PLC. CX-Programmer juga digunakan untuk memantau aktivitas yang dijalankan pada PLC OMRON.

3. Festo Fluidsim

Perangkat lunak ini digunakan untuk merancang dan mensimulasikan sistem pneumatik dan elektro-pneumatik yang akan dibuat. Hal ini diperlukan untuk menguji sistem pneumatik sebelum diimplementasikan pada mesin, dan untuk memastikan desain pneumatik dapat bekerja dengan baik.

B. Konfigurasi PLC

PLC yang digunakan dalam penelitian ini adalah Omron CJ2M. Jenis ini adalah PLC modular yang terdiri atas beberapa modul berbeda yang terhubung satu sama lain. Setiap modul memiliki fungsi tersendiri dan terhubung dengan sistem bus. Di awal perlu *set-up* konfigurasi modul untuk membuat I / O dapat bekerja dengan baik. Setelah menentukan kebutuhan *input output* modul untuk sistem, maka *set-up* konfigurasi modul PLC pada *software* CX-Programmer untuk mengatur pengaturan PLC dan mencocokkan setiap I / O setiap jenis modul yang terpasang.

TABEL II
KONFIGURASI MODUL PLC

Nomor Modul	Tipe Modul	Seri Modul	Alamat	Slot	Com
1	Input	ID211	0.00 - 0.15	16 slot	-
2	Input	ID211	1.00 - 1.15	16 slot	-
3	Input	ID211	2.00 - 2.15	16 slot	+
4	Output	OC211	3.00 - 3.15	16 slot	+
5	Output	OC211	4.00 - 4.15	16 slot	+

C. Pemrograman PLC

Sebelum membuat program PLC, hal terpenting adalah mengetahui urutan proses kerja. Ada dua proses utama untuk proses *chamfering*, yaitu sebagai berikut.

1. Part Screening Process

Ratusan *stopper valve* ditempatkan pada *vibratory feeder*. *Feeder* akan bergetar untuk membuat *part* akan bergerak berputar secara berbaris. Pada bagian seleksi pertama, *part non-reject* akan melewati perangkat dan *part reject* akan jatuh. Berikutnya, *part non-reject* dari seleksi pertama akan diperiksa lagi untuk membedakan *part* yang memiliki lubang dan tidak memiliki lubang. Sebelum memasuki *checker*, *part* akan antri di garis antrean. Jika antrean *part* mencapai sepuluh part, *vibratory feeder* akan berhenti bergetar dan menunggu sampai sisa *part* adalah lima untuk menghidupkannya lagi. *Part* di antrean akan masuk ke *checker* satu per satu dengan dikendalikan oleh mekanisme *stopper*. Sensor akan mendeteksi dan memisahkan *part reject* dengan *part non-reject* menggunakan mekanisme seleksi. Benda *non-reject* akan terus menuju *slider*.

2. Chamfering Processing

Setelah benda masuk ke *slider*, maka *slider* akan bergerak maju. Ketika *slider* mencapai titik maksimum dan terdeteksi oleh sensor, benda ini akan diposisikan terhadap *collet* menggunakan silinder *part positioner*. Kemudian bagian akan terkunci di *collet* setelah silinder penjepit terpicu untuk mendorong ke depan. Ketika *part* telah terkunci, *slider* akan bergerak mundur ke posisi awal dan proses *chamfering* mulai ketika bagian motor memutar *collet* dan *spindle* pada *tailstock* bergerak maju dengan dikendalikan oleh silinder *drill* untuk

mengebor *part*. Setelah itu silinder penjepit dan silinder *drill* akan bergerak mundur, maka bagian tersebut akan terlepas dari *collet* dan masuk ke kotak penyimpanan. *Counter* akan menghitung jumlah *part* yang sukses diproses

Berdasarkan PLC yang digunakan dan juga skenario proses yang telah dibuat sebelumnya, bahasa pemrograman yang digunakan, yaitu *ladder diagram*. Berdasarkan skenario proses, maka *script* program akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian 1 (*screening*) dan bagian 2 (*main process*). Bagian pertama akan berisi program proses seleksi *part* yang dilakukan sebelum masuk ke proses utama. Bagian kedua akan berisi program utama dari proses *chamfer* seperti *slider*, *clamping*, *drilling* dan motor. Dalam pembuatan program PLC harus dilakukan secara terstruktur atau sistematis, *user friendly*, dan fleksibel. Tujuannya, yaitu agar memudahkan untuk *troubleshooting* saat terjadi kesalahan, *commissioning* dan *maintenance*. *Sequential Function Chart* (SFC) digunakan untuk menerjemahkan *flowchart* agar mudah dalam pembuatan program PLC, juga untuk memudahkan *troubleshooting* oleh *programmer* lain dalam memahami struktur pemrograman. SFC dari proses *chamfer* dapat dilihat pada Gambar 3.

D. Konfigurasi Hardware

1. Konfigurasi Panel Box

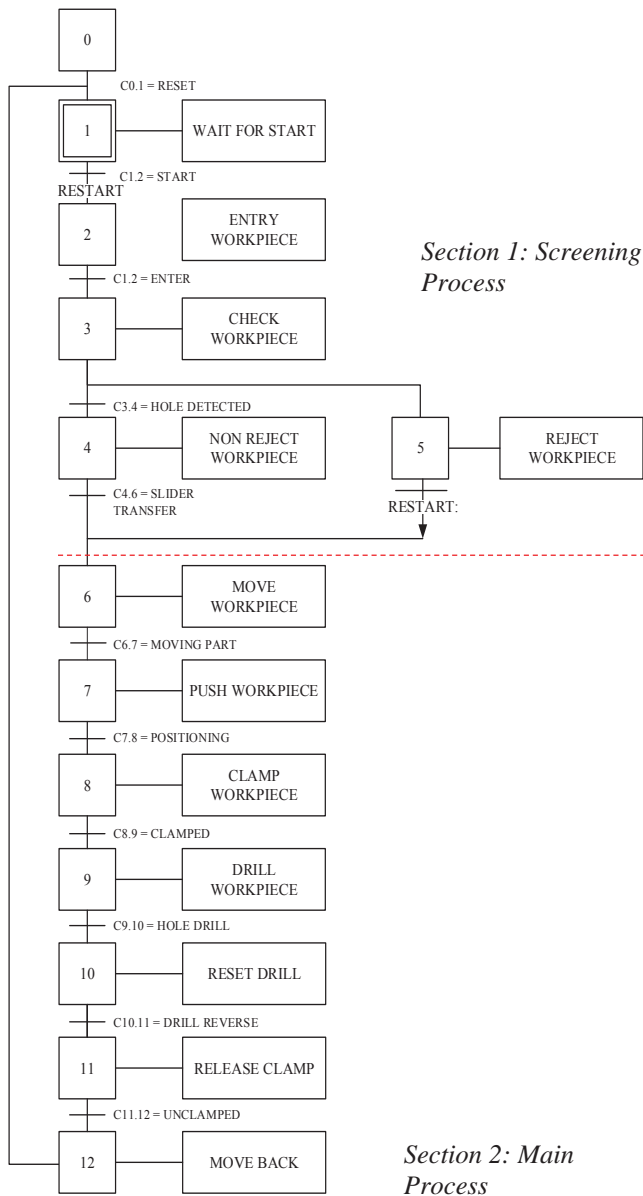
Panel box digunakan untuk meletakkan berbagai *electric devices* seperti *power supply*, *relay*, PLC, kontaktor, tombol hingga *warning light*. *Panel box* juga berfungsi sebagai *control box* dan semua sistem dapat dikontrol dari panel tersebut. Operator dapat dengan mudah mengendalikan proses yang berlangsung dari panel box. Ukuran panel box berdasarkan perhitungan pada URS dari hasil kalkulasi kebutuhan ruang untuk meletakkan tiap-tiap komponen elektrik.

2. Konfigurasi Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik pun harus dikonfigurasi secara presisi dan untuk menghubungkan antara alat pengendali dengan sistem otomasi sehingga dapat berjalan. Berdasarkan kebutuhan perangkat dari URS, komponen pneumatik dan elektro-pneumatik yang dibutuhkan ditampilkan dalam Tabel III.

TABEL III
PERANGKAT PNEUMATIK

No.	Nama Perangkat	Jumlah
1	<i>Pneumatic Double Acting Cylinder</i>	3
2	<i>Pneumatic Single Acting Cylinder</i>	3
3	<i>Pneumatic Linear Motion Cylinder</i>	1
4	<i>Double Coil Solenoid 5/2 Pneumatic Valve</i>	3
5	<i>Single Coil Solenoid 5/2 Pneumatic Valve</i>	4
6	<i>Single Coil Solenoid 3/2 Pneumatic Valve</i>	1
7	<i>Speed Control</i>	6
8	<i>Manifold</i>	1
9	<i>Air Service Unit</i>	1



Gambar 3 Sequential Function Chart

Apabila menggunakan teknologi pneumatik yang dioperasikan menggunakan udara bertekanan, maka tekanan yang digunakan yaitu enam bar mengacu pada hasil perhitungan pada *user requirement specification* dan juga tekanan udara standar yang digunakan di pabrik (Gambar 4).



Gambar 4 Aliran Kerja Udara Bertekanan

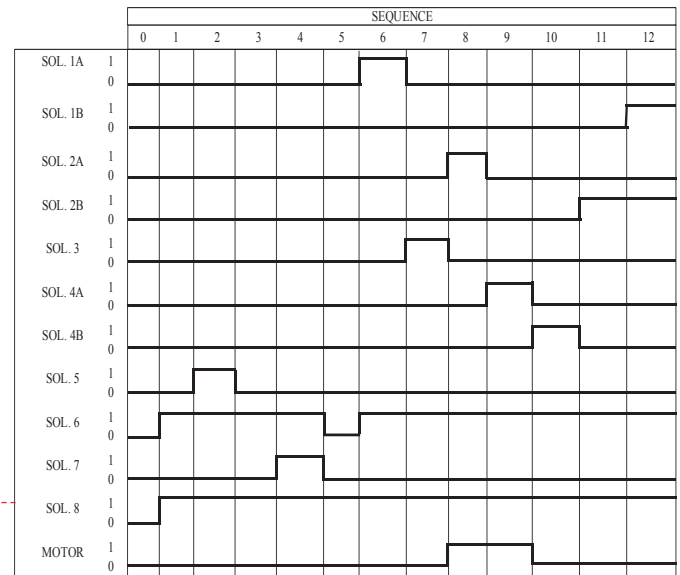
Udara bertekanan dihasilkan oleh kompresor, lalu diteruskan ke *master valve*. *Master valve* akan mengontrol gerbang udara bertekanan pada sistem, jika terjadi kondisi abnormal seperti kegagalan sistem atau darurat secara otomatis *master valve* akan menutup. Filter regulator akan mengontrol

udara bertekanan pada sistem dan juga memastikan tekanan udara pada sistem yang dari kelembaban atau uap air yang terkandung di dalam udara yang dihasilkan oleh kompresor dan juga untuk melumasi silinder. *Manifold* akan mendistribusikan udara bertekanan untuk setiap katup solenoid yang terpasang di atasnya. Kontrol kecepatan akan mengontrol kecepatan silinder di kedua arah, depan dan belakang berdasarkan kecepatan yang dibutuhkan pada setiap silinder. Dan, terakhir, silinder akan digerakkan oleh udara bertekanan.

III. PEMBAHASAN

A. Urutan Proses

Hasil dari perancangan sistem harus dapat memperlihatkan implementasi dari sistem otomatisasi proses *chamfer part stopper valve* sudah berhasil atau tidak berdasarkan rancangan proses yang telah dibuat sebelumnya. Sistem otomatisasi digunakan untuk mengendalikan stasiun kerja proses *chamfer* pada mesin Bench Lathe SD-32A. Salah satu cara untuk mengecek apakah sistem sudah berjalan sesuai dan dieksekusi dengan baik oleh tiap alat, maka dapat digunakan sebuah *time chart* untuk memonitor urutan proses.



Gambar 5 Time Chart

Time chart menunjukkan alat atau aktuator yang sedang aktif sesuai dengan urutannya. *Time chart* membantu mempermudah mencari letak kesalahan atau mengkonfigurasi alat yang akan dijalankan. *Time chart* juga merepresentasikan urutan dari kerja alat sesuai dengan program PLC dan memudahkan untuk melihat alat mana yang tidak bekerja semestinya.

B. Uji Coba Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan urutan dari deskripsi proses maka diperlukan suatu uji coba yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kesalahan saat sistem dijalankan. Tabel berikut menunjukkan kesalahan (*error*) yang terjadi dalam sistem.

TABEL IV
HASIL UJI COBA

No.	Kesalahan	Sebab	Penyelesaian	Hasil
1	Part tidak terkunci dengan sempurna	Silinder pendorong tidak terpasang dengan tepat.	Mengatur posisi silinder pendorong dengan mengatur kedalaman mur.	Berhasil
2	Part tidak terkunci dengan sempurna	Tekanan udara di bawah 4 bar	Memastikan tekanan udara dari <i>compressor</i> selalu di atas 4 bar	Berhasil
3	Part tidak terkunci dengan sempurna	Kesalahan program	<i>Fix the clamping program</i>	Berhasil

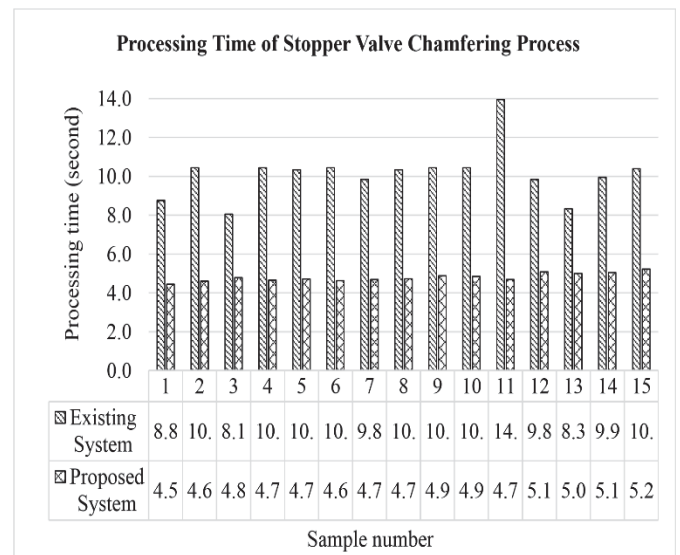
C. Perbandingan Sistem

Untuk memperjelas perbedaan antara sistem eksisting dan yang diusulkan, Tabel V berikut menunjukkan perbandingan kedua sistem.

TABEL V
PERBANDINGAN SISTEM

No.	Kategori	Sistem Eksisting	Sistem Usulan
1	Proses Chamfer	Dilakukan secara manual menggunakan satu operator untuk melakukan proses <i>chamfer</i> .	Proses chamfer dapat dilakukan secara otomatis, dimana operator cukup men-setup mesin di awal dan mengecek kegiatan produksi dan jumlah part dalam <i>feeder</i> .
2	Proses Chamfer	Waktu proses sekitar 7 – 10 detik	Waktu proses sekitar lima detik.
3	Pengecekan usia pakai <i>tools (drill bits)</i>	Cek usia pakai <i>tools</i> secara manual	Usia pakai <i>tools drill bit</i> dapat diperkirakan menggunakan layar counter, sehingga perkiraan waktu untuk mengganti dapat diketahui.
4	Kebutuhan operator	Dibutuhkan satu operator tiap shiftnya untuk mengoperasikan mesin.	Tidak dibutuhkan operator khusus untuk mengoperasikan mesin secara satu sif penuh, operator cukup men-setup mesin sebelum dimulainya produksi.

Sistem yang diusulkan menunjukkan kinerja yang lebih baik dari sistem yang sudah ada. Pada Gambar 6 ditunjukkan bahwa sistem usulan dapat menghasilkan proses *chamfering* lebih cepat dari pada sistem eksisting.



Gambar 6 Waktu Proses Chamfer

Dari aspek ekonomi, sistem usulan akan memberikan manfaat bagi perusahaan. Dengan membandingkan kondisi sistem produksi yang ada, hasil penerapan sistem usulan ditunjukkan pada Tabel VI.

TABEL VI
PERBANDINGAN KONDISI PRODUKSI

	Sistem Usulan (Otomasi)	Sistem Eksisting (Manual)
Jam kerja/sif (detik)	25200	25200
Sif per hari	3	3
Waktu produksi (detik/pcs)	5	9.92
Produksi per sif (pcs)	5.040	2.525
Produksi /hari (pcs)	15.120	7.575
Produksi/tahun (pcs)	3.931.200	1.969.500
Pendapatan/tahun	Rp 393,120,000	Rp 196,950,000
Profit per tahun	Rp 78,624,000	Rp 39,390,000

$$\text{Payback period (year)} = \frac{\text{Investment}}{\text{Profit per year}}$$

$$\text{Payback period (year)} = \frac{43.842.000}{78.624.000}$$

$$\text{Payback period} = 0.6 \text{ year}$$

$$\text{Payback period} = 6.7 \text{ months}$$

Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan sistem otomasi dapat meningkatkan kapasitas produksi, keuntungan, dan juga periode pengembalian hanya 6.7 bulan.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perancangan sistem otomasi dan pemrograman PLC untuk mengendalikan proses *chamfer* pada mesin Bench Lathe SD-32A dengan tujuan mengurangi waktu proses agar mencapai target produksi dan meningkatkan efisiensi berhasil dilakukan.
2. Waktu proses untuk proses *chamfer part stopper valve* menggunakan mesin Bench Lathe SD-32A otomatis dapat direduksi hingga 5 detik/*part*.

B. Saran

1. Dalam penelitian selanjutnya dibahas mengenai pengendalian produksi secara *real time* yang dapat dipantau secara terpusat.
2. Dalam penelitian selanjutnya dibahas mengenai perpaduan penjadwalan produksi dengan sistem otomasi agar dapat menentukan tingkat produksi yang efektif secara terjadwal.

- [1] Groover, M. P. (2008). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. New Jersey: Pearson Education.
- [2] Love, J. *Process Automation Handbook*. London: Springer. 2007
- [3] Metal Lathe - Wikipedia. (2005, August 27th). Retrieved from Wikipedia, the free encyclopedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Metal_lathe [Accessed April 5 2015].
- [4] NEMA. *NEMA Standards Publication ICS 19-2002 (R2007)*. Rosslyn: NEMA. 2001.
- [5] Petruzella, F. D. (2010). *Industrial Electronic*. New York: McGraw-Hill.
- [6] Ranjan. (2015, June 14). Lathe Machine Operations – Chamfering & Parting off. Retrieved from Education Portal: <http://www.educationportals.net/lathe-machine-operations-chamfering-parting-off/>
- [7] Rehg, J. A. “Structured PLC Programming with Sequential Function Charts”. *American Society for Engineering Education*. 2001.
- [8] Reis, R. A., & Webb, J. W. *Programmable Logic Controller*. New Jersey: Prentice Hall. 1999.
- [9] Siemens AG. *Basic of AC Motors*. German. 2008.