

# Pembuatan Sistem Kontrol Otomatis pada Mesin Press Plastik Berbasis PLC di PT. Laksana Teknik Makmur

Lin Prasetyani<sup>1</sup>, Muhammad Nuhfriza Ali Ibrahim<sup>2</sup>, Mada Jimmy F.<sup>4</sup>, dan Afianto<sup>3</sup>

<sup>1234</sup> Mekatronika, Politeknik Astra

Copresendent Author: Lin Prasetyani

**Abstract** — Laksana Teknik Makmur Tbk. is a manufacturing company that produces marine interiors and automotive accessories. The company usually uses a continuous sealer machine for plastic production processes. The continuous sealer machine is a plastic press machine that can automatically glue plastic packaging and aluminum foil. The plastic press process on this continuous sealer machine requires three persons as the operator and four work steps, namely, pressing the bottom plastic, installing the iron clip on the top, pressing the plastic on the top, and removing the iron clip. In these work steps, the plastic sealer press process is carried out twice in a product. These steps waste time and operator cause the plastic press process is inefficient. The problem from a continuous sealer machine was replaced by making an automatic control system on the plastic hot press machine. This machine will reduce the number of working steps from four working steps to two working steps. So that the hot press machine may minimize cycle time by 75% and improve plastic press production by 24,000 pieces in a day.

**Keyword** — plastic press machine, PLC, cycle time, control system.

**Abstrak** — PT. Laksana Teknik Makmur adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi interior marine dan aksesoris otomotif. Perusahaan biasanya menggunakan mesin *continuous sealer* untuk proses produksi plastik. Mesin *continuous sealer* adalah mesin press plastik yang dapat secara otomatis merekatkan kemasan plastik dan aluminium foil. Proses pengepresan plastik pada mesin *continuous sealer* ini membutuhkan tiga orang sebagai operator dan empat langkah kerja yaitu, menekan plastik bagian bawah, memasang klip besi di bagian atas, menekan plastik di bagian atas, dan melepas klip besi. Pada langkah kerja ini, proses press sealer plastik dilakukan sebanyak dua kali dalam suatu produk. Langkah-langkah ini membuang waktu dan operator yang menyebabkan proses press plastik tidak efisien. Masalah dari mesin *continuous sealer* diganti dengan membuat sistem kontrol otomatis pada mesin hot press plastik. Mesin ini akan mengurangi jumlah langkah kerja dari empat langkah kerja menjadi dua langkah kerja. Sehingga dapat mengurangi waktu siklus hingga 75% dan meningkatkan produksi pengepres plastik sebanyak 24.000 pcs sehari.

**Kata kunci** — mesin press plastic, PLC, cycle time, sistem kontrol.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu mesin yang digunakan di PT. Laksana Teknik Makmur untuk memenuhi kebutuhan pasar di bidang produksi plastik, yaitu mesin *continuous sealer*. Mesin *continuous sealer* merupakan salah satu mesin press plastik yang secara otomatis dapat merekatkan kemasan plastik maupun aluminium foil. Proses press plastik pada

mesin *Continuous sealer* membutuhkan 4 langkah kerja. Proses tersebut yaitu, merapatkan plastik bagian bawah, memasang clip besi, merapatkan plastik bagian atas dan melepaskan clip besi. Berdasarkan langkah kerja tersebut, satu proses produksi membutuhkan *cycle time* 10 detik per part dan dikerjakan oleh tiga orang operator produksi. Kondisi tersebut menyebabkan adanya *wasting* proses dan *man power*.

Berdasarkan pada permasalahan diatas penulis memutuskan untuk melakukan *replacement* pada mesin *continuous sealer* menjadi mesin *hot press* yang mengubah sistem kerja mesin dari manual menjadi otomatis berbasis PLC. Sistem control yang akan digunakan pada mesin *hot press* adalah PLC CPlE. Adanya mesin otomatis diharapkan dapat memperbaiki langkah kerja mesin sebelumnya yang memiliki 4 (empat) langkah kerja menjadi hanya 2 (dua) langkah kerja. Sehingga dengan adanya mesin tersebut dapat menurunkan angka *cycle time* produksi dan melakukan otomatisasi langkah kerja, sehingga operator yang bekerja dalam satu mesin ini dapat dialihkan untuk proses kerja yang lain.

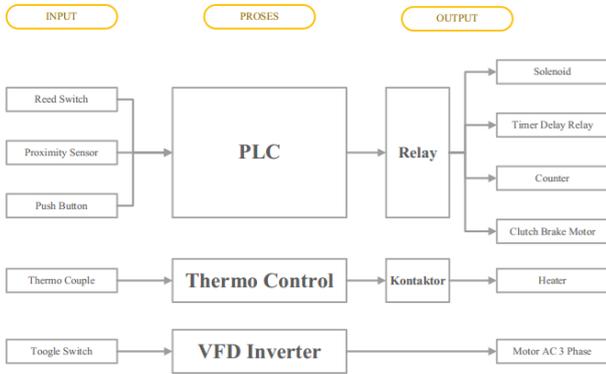
## II. LANDASAN TEORI

Sistem kontrol adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama secara timbal balik dan membentuk konfigurasi sistem yang memberikan suatu hasil yang dikehendaki. Hal ini sering dinamakan tanggapan sistem (*system response*). Sistem kontrol terbagi menjadi 2 yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup [3].

Sistem kontrol *loop* terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Pada sistem kontrol *loop* terbuka keluaran sistem tidak digunakan sebagai pembanding masukan. Sedangkan sistem kontrol *loop* tertutup atau umpan balik adalah sistem yang cenderung memperkecil selisih antara keluaran sistem dan masukan acuan dan menggunakan selisih ini sebagai alat pengatur [3].

Komponen kontrol terdiri dari masukan (input), proses dan keluaran (output). Untuk input tersendiri terdiri dari komponen sensor proximity dan reedswitch. Untuk komponen proses terdiri dari PLC, thermocontrol, dan inverter. Sementara itu pada komponen keluaran terdiri dari relay, clutch brake motor, solenoid dan motor induksi

sebagai actuator. Terdapat pula *external timer* yang digunakan sebagai *trigger external* pada proses *press plastic* ini. Gambar berikut ini adalah diagram sistem control yang akan dibangun.



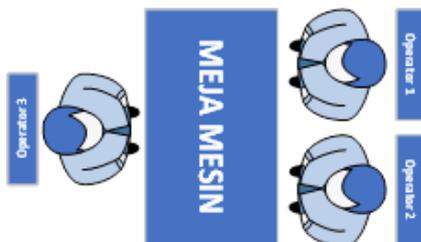
Gambar 1. Sistem Kontrol Mesin Hot press.

### III. PENGUMPULAN DATA, PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Pada bagian ini penulis melakukan aktivitas berupa pengumpulan data yang saat ini digunakan oleh mesin continuous sealer, perancangan terhadap mesin hot press yang diinginkan untuk dibuat dan juga proses pembuatan mesin hot press agar memenuhi permintaan dari proses produksi sebelumnya dan improvement yang dilakukan.

#### A. Pengumpulan Data

Continuous sealer adalah mesin pengemas dan penyegel yang biasanya digunakan untuk menyegel produk yang kemasannya terbuat dari jenis bahan thermoplastic. Sebagaimana mesin sealer lainnya, maka fungsi dari continuous sealer adalah merekatkan kemasan plastik sehingga dapat tertutup rapat kedua sisi, dengan proses sealing secara kontinyu. Mesin ini dapat bekerja secara kontinyu atau terus menerus, karena dilengkapi dengan konveyor untuk menjalankan produk. Sehingga dapat dikatakan bahwa mesin band sealer ini adalah mesin semi otomatis, karena produk dapat berjalan dan terjadi sealing secara mandiri.



Gambar 2. Layout Kerja Mesin Continuous sealer.

Pada proses pengepressan plastik pada mesin continuous sealer dikerjakan oleh 3 orang operator dan dilakukan dengan 4 langkah kerja. Langkah kerja pada mesin continuous sealer diawali dengan press plastik pada area

bawah plastik oleh operator 1, langkah kerja kedua adalah memasang clip besi pada plastik area atas oleh operator 3, Proses berikutnya plastik yang sudah dipasangkan clip besi diberikan kepada operator 1 untuk selanjutnya dilakukan press plastik pada area atas dan proses terakhir adalah melepaskan clip besi pada plastik oleh operator 2.

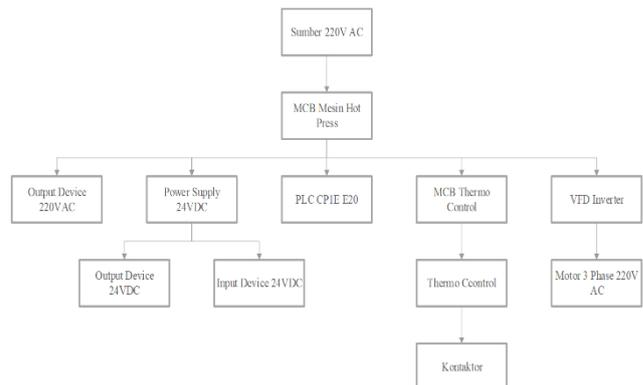
TABEL I  
DATA HASIL PRODUKSI MESIN

Data Produksi Plastik Press					
Mesin	Bulan	Hasil Produksi Rata-rata per Hari			Target Produksi per Hari
		Mesin 1	Mesin 2	Total	
Continuous Sealer	April	3060	-	3060	8000
	Mei	7049	6366	13415	40000
	Juni	5746	5300	11046	40000

Tabel 1 diatas adalah data produksi per hari mesin continuous sealer pada bulan April sampai Juni belum dapat mencapai target produksi perhari. Pada bulan April data produksi hanya dapat memproduksi sebanyak 3060 pcs per hari. Pada bulan Mei dan Juni ada penambahan mesin ke-2 sehingga data hasil produksi meningkat, namun belum mampu memenuhi target produksi 40.000 pcs per hari.

#### B. Perancangan

Perancangan sistem kontrol mesin hot press plastik terdiri dari tiga bagian utama yaitu input, control dan juga output. Pada bagian *input* terdapat 3 perangkat yang akan diteruskan ke bagian process yaitu sensor *reed switch*, *proximity* dan *push button*. Pada bagian process terdapat 2 perangkat yang akan memroses data dari perangkat *input* untuk mengontrol perangkat *output* yaitu PLC dan *thermocontrol*. Lalu pada bagian *output* terdapat 4 perangkat yang dikontrol oleh bagian process yaitu *solenoid*, *Clutch brake motor*, *heater* dan *counter*. Sementara untuk blok elektrikal dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Blok Elektrikal Mesin.

Sumber tegangan awal adalah 1 phase 220 VAC yang dihubungkan dengan *input* MCB utama mesin hot press. Keudian *output* dari MCB utama dihubungkan dengan 5 perangkat yaitu, MCB *thermocontrol*, PLC CP1E, *Power supply* dan *output* 220VAC. Pada MCB *thermocontrol* dihubungkan dengan *thermocontrol*. *Output* pada *thermocontrol* akan dihubungkan dengan magnetik

kontaktor. Pada power supply 24VDC dihubungkan dengan output device 24vdc dan input device 24VDC.

C. Pembuatan

Pembuatan dari sistem kontrol mulai dari rangkaian catu daya, rangkaian input PLC, rangkaian output PLC dan rangkaian thermocontrol.

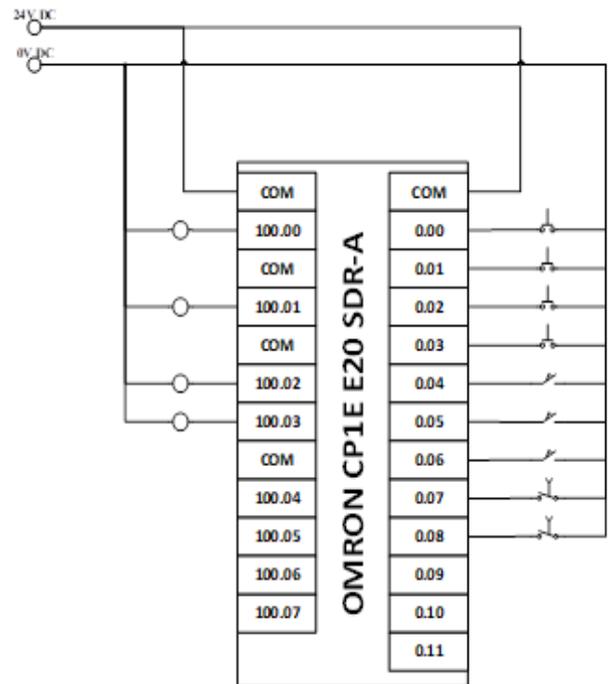
Pada catu daya mesin hot press membutuhkan tegangan daya 220V AC 1 Phase untuk mengaktifkan komponen-komponen electrical mesin. Rangkaian pada mesin hot press di supply dari input 220V AC 1 phase yang diteruskan ke MCB mesin sebagai pengaman jika terjadinya korsleting listrik pada panel mesin dan toggle switch mesin sebagai switch untuk menyalakan mesin tanpa harus membuka panel mesin. Setelah dari komponen pengaman, rangkaian diteruskan sebagai input ke power supply, PLC, VFD Inverter, MCB Heater dan sumber output 220V AC. Pada komponen thermocontrol, input thermocontrol diberikan MCB sebagai pengaman jika terjadi korsleting listrik pada heater. Toggle switch pada thermocontrol digunakan ntuk menyalakan heater tanpa harus membuka panel mesin.

Pada rangkaian thermocontrol terdapat 1 input yaitu thermocouple dan 1 output yaitu heater. Pada input thermocontrol diberikan inputan 220V AC untuk mengaktifkan thermocontrol. Input thermocontrol berupa thermocouple dipasangkan pada com input untuk selanjutnya thermocouple akan mengeluarkan output ke EV1. Output thermocontrol diberikan tegangan 220V AC yang akan diteruskan ke heater sebagai komponen output.

Secara garis besar rangkaian kontrol elektrik terdiri dari input dan output pada PLC. Pada rangkaian input terdapat 3 komponen input yang digunakan diantaranya push button, reed switch dan sensor proximity. Sumber yang untuk input PLC memakai DC 0V dengan common DC 24V. Penggunaan input negatif dikarenakan output dari sensor yang dipakai bermuatan negatif. Sehingga dengan penggunaan input negatif pada PLC, com pada PLC diberikan inputan positif.

Pada rangkaian output terdapat 4 komponen output yang digunakan pada mesin hot press plastik. Output-output tersebut terdiri dari relay solenoid, relay Clutch brake motor, relay counter dan timer delay relay. Pada rangkaian output, com untuk output diberikan input positif. Untuk detail lebih jelas dari rangkaian input dan output PLC dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar dan table di bawah ini adalah pengkabelan serta alamat yang digunakan pada sistem PLC.



Gambar 4. Pengkabelan Input dan Output PLC

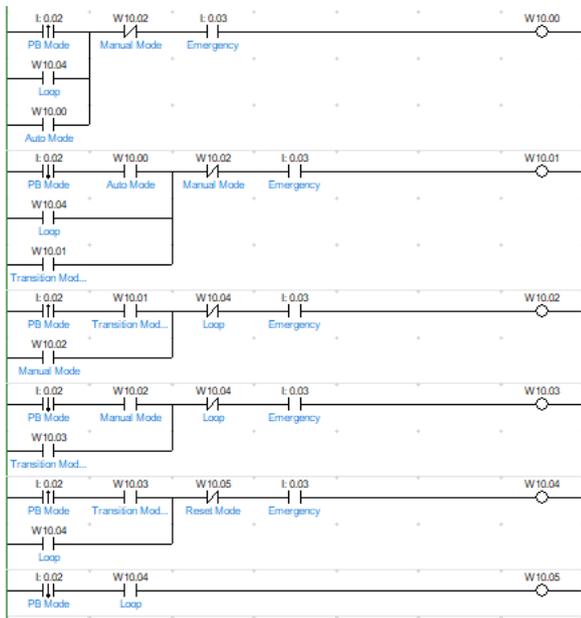
TABEL II  
DATA I/O PLC YANG DIGUNAKAN

Number I/O	Keterangan
0.00	PB Mode
0.01	PB Auto
0.02	PB Manual
0.03	Emergency Button
0.04	Reed Switch Press Up
0.05	Reed Switch Press Down
0.06	Limit Roll
0.07	Timer Delay Relay Press
0.08	Timer Delay Relay Motor DC
100.00	Relay Solenoid Press UP
100.01	Relay Solenoid Press Down
100.02	Relay Clutch Brake Motor
100.03	Relay Timer Delay Press

Sementara itu pembuatan program PLC dibagi menjadi 4 step, yaitu pembuatan program pemilihan mode, pembuatan program logic manual 1 cycle, pembuatan program logic auto dan pembuatan program output PLC. Berikut adalah pembuatan program PLC yang dibuat.

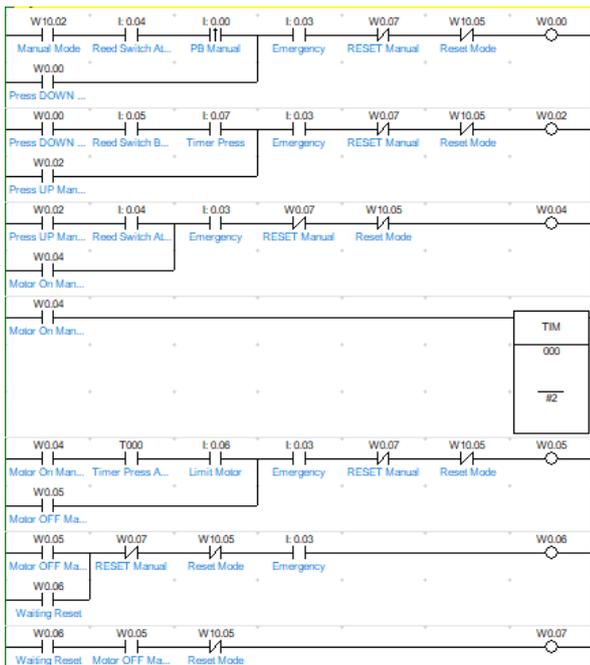
Pada gambar di dibawah ini merupakan program untuk pemilihan mode. Pemilihan mode tersebut menggunakan 1 push button sebagai input. Prinsip kerja dari program tersebut adalah jika tombol push button mode ditekan maka akan menggunakan mode manual, ketika tombol push button mode ditekan kembali maka program akan masuk ke mode auto. Lalu ketika tombol push button mode ditekan

Kembali, mode akan kembali menjadi mode manual, begitupun seterusnya.



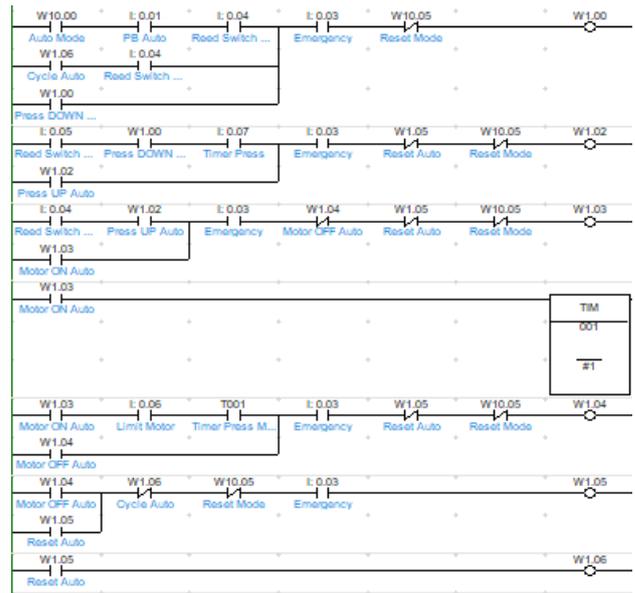
Gambar 5. Program PLC Pemilihan Mode

Gambar dibawah ini merupakan gambar program mesin manual 1 cycle. Mesin akan berjalan manual 1 cycle apabila pada pemilihan mode dipilih mode manual dan tombol start manual ditekan maka mesin akan menjalankan program manual 1 cycle. Pada program ini mesin hanya akan berjalan 1 cycle saja, jika ingin menjalankan 1 cycle lagi operator harus menekan tombol manual tanpa menekan tombol mode lagi.

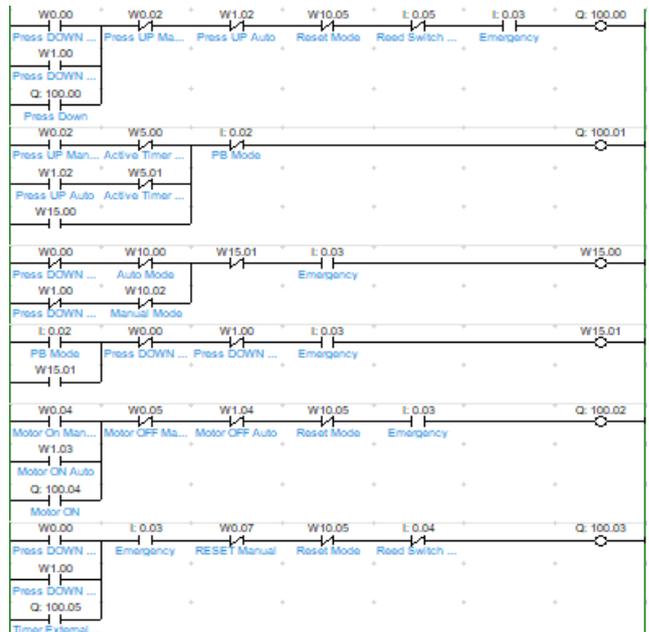


Gambar 6. Program PLC Logic Manual 1 Cycle

Gambar dibawah ini merupakan gambar program untuk menjalankan mesin cycle auto. Mesin akan berjalan cycle auto apabila pada pemilihan mode dipilih mode auto dan tombol start auto ditekan maka mesin akan menjalankan program cycle auto. Pada program ini mesin akan berjalan sama seperti cycle manual, yang membedakan hanya ketika mesin sudah menjalankan 1 cycle, program akan kembali pada program awal untuk kembali melakukan cycle tanpa harus menekan tombol apapun. Program akan terus kembali pada program awal ketika sudah menyelesaikan 1 cycle proses sampai di stop menggunakan emergency button.



Gambar 7. Program PLC Logic Cycle Auto



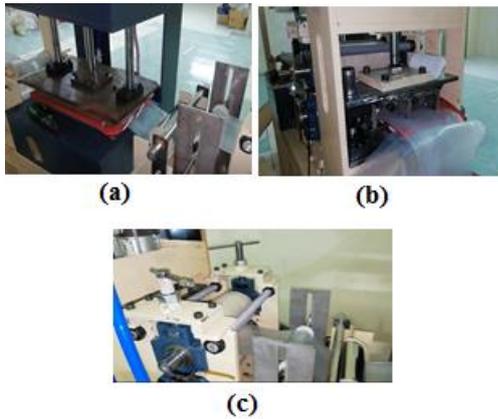
Gambar 8. Program Output PLC

Gambar 8 diatas merupakan gambar program output PLC. Setelah program logic sudah dibuat selanjutnya adalah

membuat *program output* yang dibuat berdasarkan *logic* yang sudah dibuat sebelumnya. *Output* yang akan dipakai pada mesin *hot press* sebanyak 3 komponen *output* diantaranya *solenoid*, *Clutch brake motor* dan *timer delay relay*.

IV. PENGUJIAN DAN HASIL

Pada proses pengujian dilakukan untuk mengetahui efektifitas *improvement* yang dilakukan. Proses pengujian sendiri dibagi menjadi data hasil pengujian pada proses kerja, *cycle time*, hasil produksi dan *man power* sebagai operator mesin.



Gambar 9. Pengujian proses kerja mesin hot press

Pengujian pada proses kerja mesin dilakukan untuk mengetahui apakah Mesin *hot press* sudah bekerja sesuai proses yang diinginkan. Pengujian dapat dilakukan dengan melihat pergerakan langsung pada mesin saat proses. Mesin *hot press* sudah bekerja sesuai dengan perancangan alur kerja yang dibuat. Alur kerja tersebut adalah *press* plastik (a) dan *cutting* (b) untuk selanjutnya plastik *sheet* ditarik menggunakan *roll* yang digerakkan oleh motor (c).

TABEL III  
DATA CYCLE TIME MESIN HOT PRESS PLASTIK

Data Cycle Time Mesin Hot Press Plastik				
Mesin	Waktu Press	Waktu Roll Plastik	Suhu Press	Cycle time
Mesin Hot Press 1	1,2 s	1,3 s	205 - 210°C	2,5 s
Mesin Hot Press 2	1,2 s	1,3 s	205 - 210°C	2,5 s

Pengujian selanjutnya yaitu *cycle time* mesin *hot press* dilakukan dengan uji coba pengaturan waktu *press* dengan acuan suhu *heater press* seperti tersaji pada table diatas. Lamanya waktu proses *press* ditentukan dengan tinggi rendahnya suhu *heater press*. Pada pengujian *cycle time* ini dilakukan pengujian sebanyak 100 kali proses hingga ditemukan *setting* yang sesuai dengan hasil yang diharapkan. Setelah dilakukan uji coba, untuk hasil *press* yang maksimal dibutuhkan suhu sekitar 200 - 210°C. Sedangkan untuk lamanya waktu proses *press* tercepat dengan hasil produk yang baik dan konsisten dibutuhkan waktu 1,2 detik. Sehingga *cycle time* keseluruhan proses

*press* plastik membutuhkan waktu 2,5 detik / produk. *Cycle time* tersebut saat ini digunakan sebagai *cycle time* produksi masal pada mesin *hot press*.

Berdasarkan hasil pengujian *cycle time* sebelumnya bahwasannya *cycle time* per produk mencapai 2,5 detik per produk. Berdasarkan acuan *cycle time* tersebut seharusnya mesin dapat memproduksi plastik *press* dalam satu hari ( 7 jam kerja) sebanyak 10.080 pcs. Sedangkan total jumlah produksi 2 mesin dengan 2 *shift* kerja seharusnya mencapai 40.320 pcs. Tetapi pada aktualnya total jumlah produksi 2 mesin dengan 2 *shift* kerja hanya mencapai 36.000 pcs. Hal ini dikarenakan mesin harus melakukan pergantian plastik *sheet roll* pada *raw material* yang sudah habis. Pergantian *sheet roll* juga harus melakukan *setting* mekanik pada mesin agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang sama dengan produk sebelumnya. Berikut adalah data produksi mesin *hot press* plastic. Tabel di bawah ini adalah hasil percobaan mesin sebelumnya (*continuous sealer*) dan mesin yang baru (*hot press*).

TABEL IV  
DATA HASIL PRODUKSI MESIN

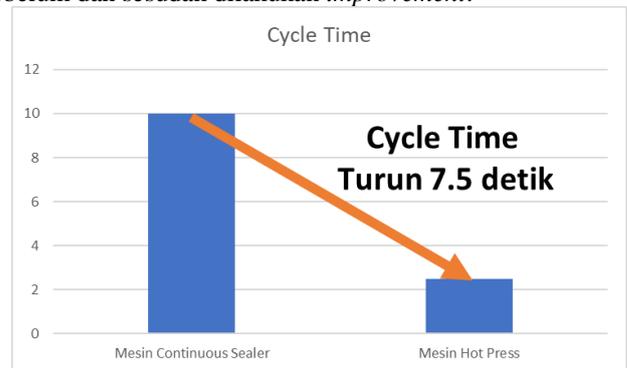
Mesin	Data Produksi Rata-Rata / Hari Bulan Juni Minggu ke 2
<i>Continuous Sealer</i>	12230
<i>Hot Press</i>	36241

*Cycle time* sebelum = 10 detik.

*Cycle time* Setelah = 2.5 detik. (*improvement*)

$$\begin{aligned} \text{Penurunan CT} &= (10 - 2.5) = 7.5 \text{ detik} \\ &= (7.5 : 10) \times 100 \% \\ &= 75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan diatas, pada proses *press* plastik terjadi penurunan sebanyak 75% dari *cycle time* sebelumnya. Berikut adalah perbandingan *cycle time* sebelum dan sesudah dilakukan *improvement*.



Gambar10. Hasil Data Cycle time

TABEL V  
DATA PRODUKSI MESIN HOT PRESS PLASTIK

Bulan	Data Produksi Rata-Rata / Hari
Mei Minggu 4	8590
Juni Minggu 1	26780
Juni Minggu 2	36240

Berdasarkan data tabel diatas, data produksi mesin *hot press* mengalami peningkatan, peningkatan ini dikarenakan *settingan* mekanik dan elektrik yang mulai stabil seiring berjalannya waktu. Dilihat pada Mei minggu ke 3 produksi mesin *hot press* plastik mencapai 8590 pcs. Produksi tersebut dilakukan dengan mesin *hot press* 1. Dikarenakan hasil produksi yang tidak sesuai harapan, dibuatkan mesin *hot press* 2 yang mulai dioperasikan pada juni awal. Pengoperasian 2 mesin secara langsung membuat data produksi meningkat menjadi 26.780 pada bulan Juni minggu 1. Pada bulan juni minggu 2 mulai ditemukan *settingan* dan metode kerja mesin yang sesuai sehingga meningkatkan jumlah produksi menjadi 36.242 pcs mendekati jumlah target produksi perhari (40.000 pcs).

Pengujian selanjutnya adalah penggunaan *manpower* sebagai operator mesin. Setelah ditemukan metode dan *setting* mesin yang sesuai, *man power* pada proses *press* berkurang menjadi 1 orang untuk mengoperasikan 2 mesin bersamaan.



Gambar 11. Pengujian Penggunaan *Man power*

Penurunan angka *NG rate* pada proses *press* plastik mencapai 0,76% pada bulan Juni. Pada mulanya *NG rate* pada mesin *continuous sealer* mencapai 1,76%, dengan mengganti mesin *continuous sealer* menjadi mesin *hot press* plastik angka *NG rate* dapat diturunkan menjadi 1%. Berikut adalah perbandingan angka *NG rate* pada proses *press* plastik.

## VII. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pembuatan mesin *hot press* plastik sebagai pengganti mesin *continuous sealer*, penulis

mendapatkan kesimpulan bahwa: (1).Pembuatan sistem kontrol otomatis pada mesin hot press plastik menurunkan angka *cycle time* sebesar 75% dari 10 detik per part menjadi 2,5 detik per part. Sehingga dengan menurunnya angka *cycle time*, membuat produktivitas mesin meningkat sebesar 24.000 pcs per hari. (2).Pembuatan programing PLC pada mesin hot press plastik memangkas 2 langkah kerja yang pada awalnya 4 langkah kerja pada mesin *continuous sealer* menjadi 2 langkah kerja pada mesin hot press plastik. (3).Pembuatan *wiring* elektrik pada mesin *hot press* plastik menurunkan penggunaan jumlah man power yang bekerja dalam proses *press* plastik sebanyak 5 man power. Sehingga man power tersebut dapat dialihkan ke proses kerja lainnya..

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada mitra industry PT. Laksana Teknik Makmur yang memberikan kesempatan pada pengembangan teknologi yang dapat dilakukan di perusahaan. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih pada Politeknik Astra atas waktu dan kesempatan pada proses penelitian.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Abdul Muid dkk. (2019). *Prototipe Alat Ukur Curah Hujan Berbasis Sensor Reed switch dengan Antarmuka Website*” 9(10), 2.
- [2] Adrian, Chrisanto Second. (2013). *Pengoperasian Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Sistem Tanaga 1 Fasa*. (Disertasi Thesis : Universitas Sanata Dharma, 2013).
- [3] Ermanu, Azizul Hakim. (2012). *Sistem Kontrol*. Malang : UMM Press
- [4] Haryanto, Heri. (2011). *Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi*. 4(1), 9.
- [5] UNNES. <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-prinsip-kerja-solenoid-valve/>
- [6] ACADEMICS. <https://www.listrik-praktis.com/2018/12/memahami-perbedaan-prinsip-kerja-timer.html>
- [7] Muhamad, Saleh. (2017) *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay*. 8(3), 1.
- [8] Priyanto ,Antonio Prashad. (2015). *Prototype Mesin Pemilah Barang Sesuai Jenisnya* (Tugas Akhir: Universitass Sanata Dharma, 2015).
- [9] Sujito. (2012) *Implementasi PLC Pada Pengendalian Robot Pindah Botol Minuman*. 18(7), 88.
- [10] Yoel Tadeus, Dista. Iman Setiono. (2018). *Deskripsi Teknis Pengendali Temperatur Industri Sebagai Bagian Dari Sistem Regulasi Temperatur*. 20(1)