

PENGONTROLAN SUHU PADA *STERILIZER MACHINE* MENGGUNAKAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)*

Muhamad Mujahidin¹, Amin Syahroni

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29115

¹*Corresponding author, e-mail: mujahidin_moh@yahoo.com*

Abstrak

Sterilizer machine merupakan sebuah mesin yang dapat mensterilkan botol, baik botol kaca maupun botol logam. Sehingga kebersihan dan kesterilan botol tersebut mampu terjaga dan tetap bebas dari kuman. *Controller* yang digunakan pada mesin ini adalah *Programmable Logic Control (PLC)*. Sedangkan sensor yang digunakan pada *sterilizer machine* ini adalah *thermocouple*, LM35, sensor optik dan sensor induktif. Jika botol kaca yang dimasukkan ke dalam mesin *sterilizer* maka botol akan disterilisasi dengan memakan waktu 10 detik, sedangkan untuk botol logam waktu sterilisasi akan berlangsung selama 15 detik.

Kata kunci : PLC, *Sterilizer*, *Thermocouple*

I. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan hal terpenting dalam hidup manusia. Terkait masalah ini maka steril atau tidaknya alat-alat yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari mempunyai peran yang sangat penting terutama alat-alat konsumsi. Botol plastik ataupun kaca merupakan alat yang kerap dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Seringkali botol-botol ini berhubungan dengan manusia saat mengkonsumsi air mineral, minuman berenergi ataupun susu untuk bayi. Peracikan obat-obatan dalam dunia farmasi juga sering menggunakan media ini dalam pembuatannya. (Deddy Rusmady. 1989)

Tentunya akan sulit mengetahui steril atau tidaknya alat-alat konsumsi yang kita gunakan terutama untuk alat yang digunakan berulang kali seperti botol susu bayi dan alat-alat farmasi. Memang ada cara

manual dengan menghangatkan botol sesudah dicuci untuk pensterilan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Namun tentu saja cara ini akan sangat menguras waktu dan tidak efisien karena hanya berdasarkan perkiraan semata.

1. Menciptakan suatu sistem otomasi industri yang efektif dan efisien.
2. Untuk mensimulasikan kontrol *sterilizer* pada industri / perusahaan maupun rumah tangga.
3. Untuk mempermudah manusia dalam melakukan proses sterilisasi secara praktis.
4. Agar dapat meminimalkan waktu, jika dibandingkan antara menggunakan sistem yang manual dengan sistem otomasi.

Sistem otomasi ini dapat melakukan produksi/sistem kerja yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

II. STUDI LITERATUR

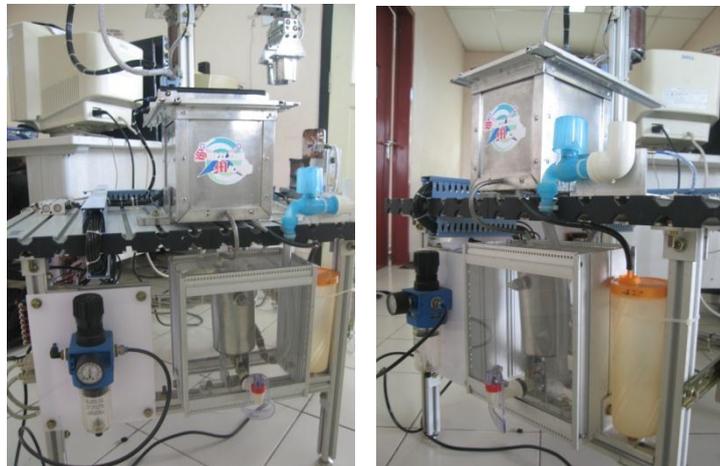
Sterilizer mesin merupakan sebuah alat yang mampu mensterilkan sebuah obyek (baik berupa botol minuman, alat kesehatan, ataupun komponen elektronika). Sistem otomasi yang diterapkan pada alat ini memungkinkan keakuratan proses sterilisasi dari sebuah objek.

”Pengontrolan suhu pada *sterilizer* mesin menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*)” pada dasarnya berfungsi dalam pengaturan suhu steril suatu objek, dalam hal ini botol. Alat ini bekerja dengan PLC sebagai perangkat sistem kontrolnya. Perangkat penunjang lainnya ialah sensor induktif dan sensor optik yang merupakan sensor utama pada alat ini. Dengan perangkat-perangkat tersebut maka alat ini dapat bekerja secara otomatis sesuai yang diinginkan.(Gatot Soedartono. 2001).

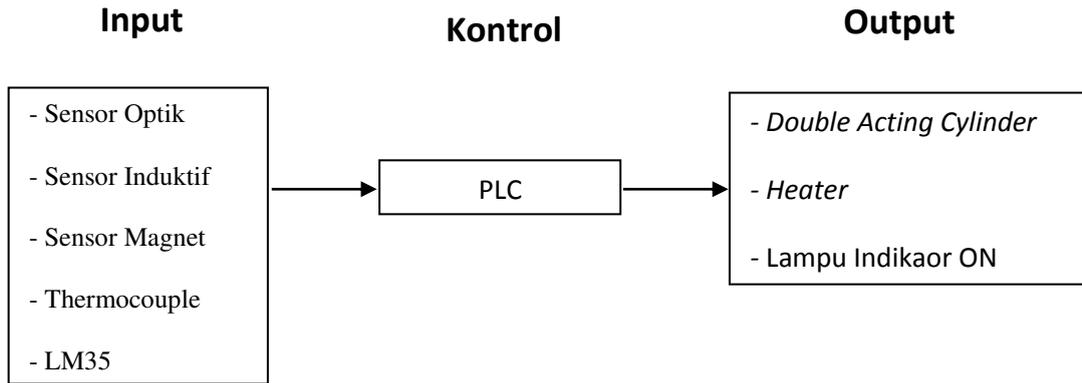
Aplikasi *Sterilizer* mesin ini menggunakan sistem *Programmable Logic*

Control (PLC) dimana pada mesin ini PLC yang digunakan adalah seri CQM1H. Aktuator yang digunakan berbasis elektro pneumatik yaitu dengan menggunakan kompresor untuk menggerakkan silinder.(Soib bin Taib, 2001). Terdapat juga *solenoid valve* untuk mengatur maju dan mundur sebuah silinder. Adapun sensor yang digunakan adalah sensor magnet, sensor induktif, sensor optik, sensor kapasitif, *thermocouple* dan LM35.

Gambar 2 berikut adalah gambar blok diagram pengontrolan suhu pada *sterilizer* mesin menggunakan PLC secara keseluruhan.



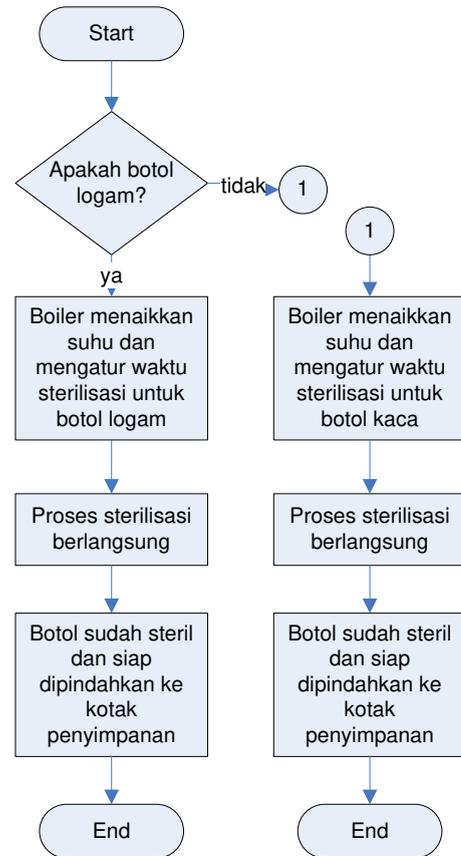
Gambar 1. Mesin *Sterilizer*



Gambar 2. Blok Diagram Pengontrolan Suhu Pada Mesin Sterilizer

Dari diagram blok di atas dapat dijelaskan bahwa sistem pengontrolan ini mempunyai beberapa bagian utama yaitu bagian input yang terdiri dari sensor optik, sensor induktif, sensor magnet, *thermocouple*, LM35, tombol *start*, tombol *stop*, tombol *emergency*. Setelah itu ada bagian kontrol yaitu berupa PLC sedangkan bagian terakhir dari sistem ini adalah bagian output yang terdiri dari *Double Acting Cylinder*, boiler, lampu indikator *ON*, dan *buzzer*.(Muhammad H.Rashid, 2004)

Secara rinci dapat dijelaskan sistem pengontrolan suhu pada mesin *sterilizer* ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Flow Chart Sistem Kerja Mesin Sterilizer

1. Tahap pertama :
Sterilizer akan mendeteksi apakah ada botol atau tidak, apabila ada botol maka penutup mesin akan terbuka, kemudian botol dimasukkan kedalam sterilizer
2. Tahap kedua

Sterilizer akan mengidentifikasi jenis botol, apakah botol logam atau botol kaca.

3. Tahap ketiga :

Boiler akan menaikkan suhu sesuai dengan panas dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mensterilisasi botol yang telah diidentifikasi pada tahap kedua. Proses pengontrolan panas dengan menggunakan sensor *thermocouple* dan LM35.

4. Tahap keempat :

Proses sterilisasi botol minuman berlangsung.

5. Tahap kelima :

Botol sudah steril dan siap diangkat oleh pick and place untuk dipindahkan ke kotak penyimpanan yang telah disediakan sesuai dengan jenisnya.

III. OPERASI KERJA

Untuk power suplai memiliki tegangan output yang akurat dan bisa di kalibrasi. Sehingga tidak ada masalah untuk *supply* tegangan. Sensor yang digunakan sistem ini juga dalam kondisi baik yang dibuktikan dengan keberhasilan kerja alat. Tegangan 5 volt untuk *supply* sensor LM35. Tegangan 24Vdc digunakan untuk *solenoid valve*, sensor, indikator dan *buzzer*. *Solenoid valve* juga dalam keadaan baik, hal itu dibuktikan dari pergerakan silinder yang digunakan. (M. Barmawi. 1996)

Dari segi program, aplikasi *sterilizer* pada mesin sterilisasi botol minuman sudah sesuai dengan perancangan program sebelumnya. (Gatot Soedartono. 2001) sehingga program dapat berjalan sesuai dengan baik dan alat sudah bisa diaplikasikan dengan sempurna.

Dari beberapa pengujian dan pengukuran diatas dapat dikatakan bahwa alat masih dalam keadaan baik. Pada saat aplikasi ini dijalankan sesuai dengan yang telah direncanakan dan telah sesuai dengan target yang diinginkan. Dapat disimpulkan bahwa keadaan sistem kerja aplikasi *sterilizer* pada mesin sterilisasi botol minuman dalam kondisi baik dan dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan. Rata – rata untuk pengujian botol dari awal hingga akhir proses butuh waktu 32,8 detik untuk botol kaca dan 37,8 detik untuk botol logam.

IV. METODOLOGI

4.1 Pengukuran

Setelah menentukan piranti *input/output* dari sistem mesin sterilisasi ini dan memprogram PLC dengan piranti pemrograman, maka dapat disajikan hasilnya dengan langsung mengaplikasikan melalui *hardware* yang telah dibuat atau dapat dilihat secara langsung dari output PLC yang berupa LED.

Pengukuran perangkat lunak dari proses pengukuran dimensi objek ini bertujuan agar diketahui apakah perangkat lunak (*software*) yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan awal. Disamping itu pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kelemahan/kekurangan dari *software* tersebut sehingga dapat disempurnakan. (Warsito. S. 1994)

Pengukuran dilakukan juga untuk mengetahui operasi sistem yang dibuat sesuai dengan spesifikasi alat yang telah dibuat atau tidak. Pada pengukuran sistem, penulis menggunakan multimeter digital serta thermometer.

Metoda pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran secara terpisah, yaitu

dengan cara mengukur alat perblok atau perbagian. Pengukuran dari beberapa bagian yakni sebagai berikut :

4.1.1 Pengukuran *Thermocouple*

Sensor suhu *thermocouple* diuji dengan dihubungkan langsung dengan penguat LM324 dan *Analog Input Unit* tipe *unipolar*

serta memberikan pemanasan secara langsung. Pengamatan suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, tegangan keluaran langsung dilakukan dengan *voltmeter* dan bit heksa di monitor melalui perubahan yang terjadi di *CX-Programmer*. Dari pengukuran didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pengukuran *Thermocouple*

Suhu	Output Sensor (mV)*	Output Sensor (mV)**	Digit Heksa
10	0.391	782.391	12C
15	0.589	1178.589	1BC
20	0.79	1580.79	24C
25	0.992	1984.992	2DC
30	1.196	2393.196	36C
35	1.403	2807.403	420
40	1.612	3225.612	4B0
45	1.823	3647.823	540
50	2.036	4074.036	5D0
55	2.251	4504.251	684
60	2.468	4938.468	714
65	2.687	5376.687	7A4
70	2.909	5820.909	858
75	3.132	6267.132	8E8
80	3.358	6719.358	99C
85	3.585	7173.585	A2C
90	3.814	7631.814	AE0
95	4.046	8096.046	B70
100	4.279	8562.279	C24

*sebelum penguatan

**sesudah penguatan

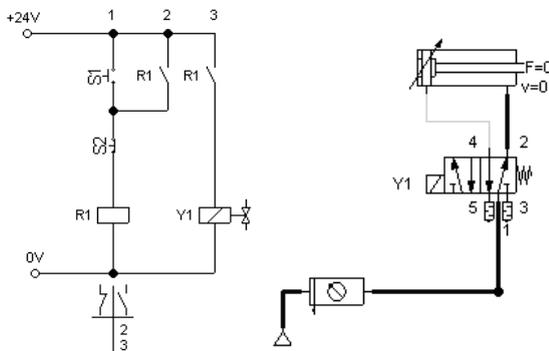
V. EKSPERIMEN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan kerja dari suatu rangkaian. Adapun pengujian ini dilakukan perblok dengan tujuan mempermudah dalam melakukan pengujian. (Muhammad H.Rashid, 2004) Ada beberapa bagian yang akan di ujikan dalam sistem ini diantaranya :

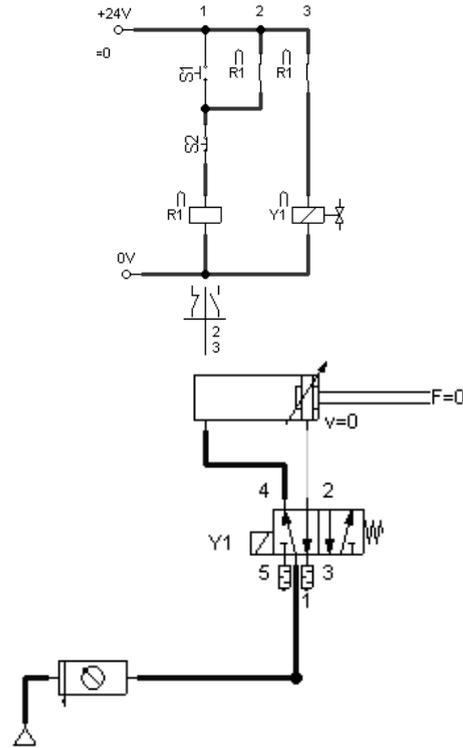
5.1 Pengujian Silinder Dengan 5/2

Single Solenoide Valve

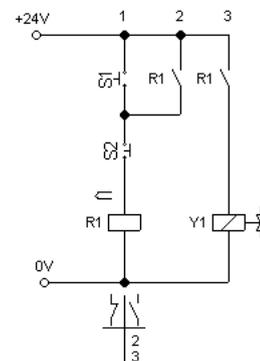
Pengujian silinder dengan 5/2 *single solenoide valve* dengan cara membuat rangkaian. Tombol yang digunakan yaitu S1. Apabila Tombol S1 ditekan maka Y1 akan aktif sehingga membuat silinder maju dan saat S2 ditekan maka silinder akan mundur karena pegas yang terdapat pada *solenoide*.



Gambar 4. Kondisi Silinder Saat S1 Belum Ditekan



Gambar 5. Kondisi Silinder Saat S1 Ditekan



Gambar 6. Kondisi silinder saat S1 dilepas

Adapun pengujian silinder dengan tekanan angin sebesar 6 bar. Adapun hasil melihat dan waktu pada saat silinder pengujian silinder 6 yang menggunakan 5/2 bergerak maju dan pada saat silinder *single solenoide valve* sebagai berikut : bergerak mundur. Pengujian silinder dengan

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Silinder Dengan 5/2 Single Solenoide Valve

Percobaan	Kondisi aktuator	Waktu silinder Maju	Waktu Silinder Mundur
1	Baik	0,95 S	0,83 S
2	Baik	0,92 S	0,82 S
3	Baik	0,92 S	0,84 S
4	Baik	0,93 S	0,84 S
5	Baik	0,91 S	0,83 S

5.2 Pengujian Boiler

Pengujian *Boiler* dilakukan pada 2 kondisi, yaitu saat kondisi awal dan saat botol dimasukkan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang diperlukan *boiler* untuk mencapai suhu yang diinginkan.

1. *Soak Time boiler* saat mesin dinyalakan

Pemanasan awal *boiler* dilakukan untuk efisiensi waktu, sehingga ketika botol dimasukkan air dalam *boiler* sudah

mencapai suhu 100⁰C. Sehingga ketika botol dimasukkan waktu yang diperlukan untuk mensterilkan tidak terbuang untuk pemanasan awal.

Di bawah ini merupakan tabel hasil percobaan yang dilakukan masing-masing 5 kali.

Tabel 2. Data hasil pengujian *soak time boiler*

Percobaan	Kondisi Boiler	Waktu (menit)
1	Baik	4' 8"
2	Baik	4' 1"
3	Baik	4'
4	Baik	4' 2"
5	Baik	4' 2"

VI. HASIL EKSPERIMEN DAN DISKUSI

Untuk power suplai memiliki tegangan output yang akurat dan bisa di kalibrasi. Sehingga tidak ada masalah untuk *supply* tegangan. Sensor yang digunakan sistem ini juga dalam kondisi baik yang dibuktikan dengan keberhasilan kerja alat. Tegangan 5 volt untuk *supply* sensor LM35. Tegangan 24Vdc digunakan untuk *solenoid valve*, sensor, indikator dan *buzzer*. *Solenoid valve* juga dalam keadaan baik, hal itu dibuktikan dari pergerakan silinder yang digunakan.

Dari segi program, aplikasi *sterilizer* pada mesin sterilisasi botol minuman sudah sesuai dengan perancangan program sebelumnya. sehingga program dapat berjalan sesuai dengan baik dan alat sudah bisa diaplikasikan dengan sempurna.

Dari beberapa pengujian dan pengukuran diatas dapat dikatakan bahwa alat masih dalam keadaan baik. Pada saat aplikasi ini dijalankan sesuai dengan yang telah direncanakan dan telah sesuai dengan target yang diinginkan. Dapat disimpulkan bahwa keadaan sistem kerja aplikasi *sterilizer* pada mesin sterilisasi botol minuman dalam kondisi baik dan dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan. Rata – rata untuk pengujian botol dari awal hingga akhir proses butuh waktu 32,8 detik untuk botol kaca dan 37,8 detik untuk botol logam.

A. Perancangan Sensor Suhu

Thermocouple dan Penguatan LM324

Aplikasi Op-Amp yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk menguatkan tegangan yang dihasilkan dari sensor *thermocouple*. IC yang digunakan adalah IC

jenis LM324. Penguatan yang digunakan adalah penguatan *non-inverting*. Karena penguatan yang diperlukan sekitar 2000 kali, maka dapat dihitung nilai tahanan untuk penguatan *non-inverting* (rumus 3.4) sebagai berikut:

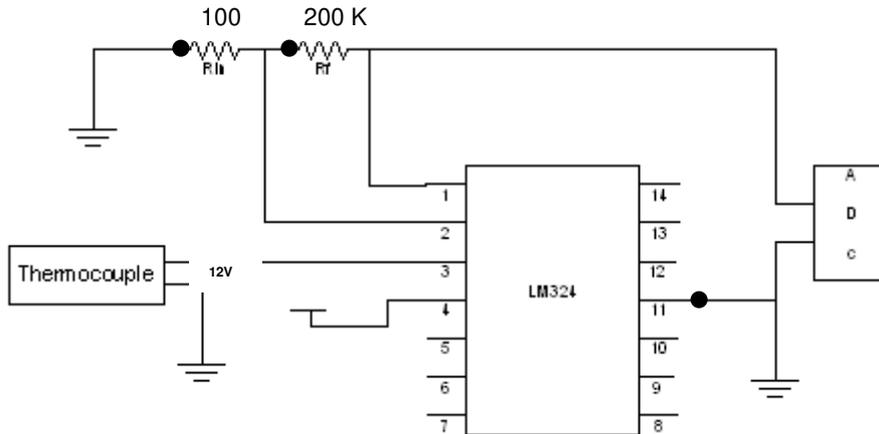
$$AV = V_o / V_i$$

$$V_o / V_i = (1 + (R_f / R_i))$$

$$2000 / 1 = (1 + (R_f / R_i))$$

$$1999 = R_f / R_i$$

$$\text{Jika } R_i = 100\Omega, \text{ maka } R_f = 200 K\Omega$$



Gambar 7. Thermocouple dan Rangkaian Penguat Non-Inverting

B. Analog Input Unit dan Analog Power Supply Unit

Analog Input Unit dan Analog Power Supply Unit merupakan alat untuk mengkonversi sinyal analog menjadi digital. Pemasangan Analog Input Unit dan Analog Power Supply Unit sama seperti pemasangan slot input dan output pada PLC.



Gambar 8. Analog Input dan Analog Power Supply Unit

C. Aktuator

Aktuator yang digunakan pada miniatur sistem ini adalah silinder. Silinder merupakan sebuah aktuator pneumatik yang dapat digerakan setelah diberi suplai angin. Dalam aplikasi ini kami hanya menggunakan silinder yang pergerakannya Linier (Maju dan Mundur). Aktuator yang digunakan pada sterilizer machine ini adalah Double Acting Cylinder.



Gambar 9. Double Acting Cylinder

Silinder ini diletakkan sterilizer. Sehingga fungsi dari silinder ini untuk membuka dan menutup tutup dari sterilizer.

Silinder ini memiliki panjang langkah ± 10 cm.

Untuk mengatur Cepat dan lambat dari pergerakan langkah silinder terdapat *Flow Control* di silinder.

D. 5/2 Single Solenoide Valve

Perancangan katup yang digunakan adalah *5/2 Single Solenoide Valve*. Katup ini berfungsi untuk menggerakkan angin masuk dan angin keluar pada *cylinder*. Tegangan suplai untuk mengaktifkan solenoide adalah 24 Vdc.



Gambar 10. 5/2 Single Solenoide Valve

E. Air Supply Unit

Air Supply Unit merupakan penyaringan udara yang masuk dari kompresor. Di sini udara dipisahkan dari kotoran air sehingga udara yang masuk ke katup maupun ke silinder menjadi udara yang tingkat kelembabannya rendah, sehingga tidak merusak katup dan silinder.



Gambar 11. Air Supply Unit

F. Power Supply

Aplikasi ini menggunakan 2 buah *power supply* yaitu 24 Vdc dan 5 Vdc. Untuk *power supply* 24 Vdc digunakan untuk mengaktifkan PLC, Sensor, Indikator, serta *Solenoide Valve*. Sedangkan *power supply* 5 Vdc sebagai supply dari LM35.

G. Panel Kontrol

Adapun penggunaan dan pemanfaatan tombol adalah sebagai berikut :

- Tombol *START* (Indikator Lampu Hijau Menyala) , Menyatakan bahwa mesin dalam keadaan *stand by / ready / Run*. Setelah botol telah di letakkan di *box* akhir steril maka botol selanjutnya bisa diletakkan dan akan langsung bergerak secara otomatis.
- Tombol *STOP* (Indikator Lampu Merah Menyala) , Menyatakan mesin dalam keadaan akan berhenti. Mesin akan berhenti setelah botol telah tiba sampai akhir proses (botol telah diletakkan di *box* Akhir). Setelah berhenti di awal, terus botol di letakkan maka mesin tidak akan memproses sampai tombol *START* di tekan kembali.
- Tombol Selektor Otomatis, mesin melakukan semua *step* dari awal sampai akhir bergerak secara otomatis.

- Tombol Selektor Manual, ada tombol manual. Tombol tersebut ketika ditekan satu kali maka akan melakukan pergerakan hanya 1 kali/per *step*.
- Tombol *Emergency*, apabila tombol ini di tekan maka mesin akan langsung berhenti total, dan *buzzer* akan berbunyi. Tetapi setelah tombol *emergency* dilepas kembali maka sistem akan melanjutkan proses tanpa harus mengulang dari awal.
- Indikator merupakan indikator dari aktifnya output dari PLC. Seperti aktifnya *solenoid*, Motor dan lain-lain.

VII. KESIMPULAN

Kontrol suhu yang telah dibuat ini mempunyai batas suhu 100°Celsius. Sistem sterilisasi pada mesin ini bekerja memanskan benda selama 10 detik untuk benda non logam dan 15 detik untuk benda non logam. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan proses sterilisasi botol kaca adalah 32,8 detik, sedangkan untuk botol logam adalah 37,8 detik. Sistem ini mempunyai sistem pengaman berupa tombol *emergency* yang berfungsi mematikan proses kerja ketika ditekan. Penempatan *thermocouple* pada mesin mempengaruhi sensitivitas dari

pengukuran suhu steril. Rangkaian sensor suhu bekerja dengan baik dengan penyimpangan yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deddy Rusmady. 1989. Mengenal Teknik Digital. Bandung : Penerbit Sinar Baru.
- [2] Gatot Soedartono. 2001. Teknik Digital. Surabaya : Penerbit Usaha Nasional
- [3] Muhammad H. Rashid, (2004) *Power Electronic Circuit, Deices and Applications, 3rd Edition, Prentice Hall.*
- [4] Soib bin Taib, 2001, 'Elektronik kuasa: peranti dan litar, jilid 1 & 2', Pusat Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik, USM Kampus Kejuruteraan.
- [5] M. Barmawi. 1996. Prinsip-prinsip Elektronika. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [6] Warsito. S. 1994. Vademekum Elektronika. Jakarta : Penerbit Gramedia.