
PROTOTYPE OPTIMALISASI SUHU PADA AUTOCLAVE BERBASIS OUTSEAL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC) DENGAN MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

Yachya Trapsilo Rochim* , Herry Setyawan, Bagus Setya Rintyarna, Fitriana

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: Yachyatraplo75@gmail.com

Abstrak: Pada industri pengalengan ikan sarden di muncar, terdapat *sterilizer machine* berupa *autoclave* yang berfungsi untuk mensterilkan kemasan ikan sarden yang berupa kaleng. Pensterilan ini dilakukan menggunakan suhu tinggi yaitu 120°C dengan tujuan agar olahan ikan terbebas dari bakteri. Pengoperasian *autoclave* pada industri pengalengan ikan di muncar ini masih dilakukan secara manual, Hal ini menyebabkan sering kali terjadi kelebihan suhu pada saat proses setrilisasi sehingga olahan ikan menjadi rusak. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan perancangan prototipe optimalisasi suhu pada *autoclave* berbasis *Outseal Programmable Logic Control* (PLC) dengan menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) sebagai kontrol sistem. Sensor yang digunakan sebagai pendeteksi suhu *autoclave* yaitu sensor *thermocouple* kapasitif dan induktif. Alat ini juga menggunakan HMI sebagai sistem monitoring yang terhubung pada aplikasi *smartphone* yang dapat menurunkan suhu saat terjadi kelebihan suhu. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan tombol *emergency stop* yang berfungsi untuk menghentikan mesin ketika terjadi kerusakan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, keberhasilan *thermocouple* dalam melakukan pendeteksian suhu adalah sebesar 100% dan tingkat keberhasilan untuk pembuangan uap secara otomatis menggunakan sensor solenoid adalah 100%.

Kata Kunci: *Human Machine Interface, Outseal PLC, Sterilizer*

Abstract: In the sardine canning industry in Muncar, there is a sterilizer machine in the form of an autoclave which functions to sterilize canned sardines. This sterilization is carried out using a high temperature of 120°C with the aim that processed fish is free from bacteria. The operation of the autoclave in the fish canning industry in Muncar is still done manually, this causes excess temperatures to occur during the sterilization process so that processed fish becomes damaged. Based on this, this research was carried out to design a temperature optimization prototype in an autoclave based on *Outseal Programmable Logic Control* (PLC) using the *Human Machine Interface* (HMI) as a system control. The sensors used as autoclave temperature detectors are capacitive and inductive thermocouple sensors. This tool also uses HMI as a monitoring system that is connected to a smartphone application that can reduce temperature when excess temperature occurs. This application is also equipped with an emergency stop button which functions to stop the machine when damage occurs. Based on the results of the tests carried out, the success rate of the thermocouple in detecting temperature is 100% and the success rate for automatically removing steam using a solenoid sensor is 100%.

Keywords : *Human Machine Interface, Outseal PLC, Sterilizer*

1. PENDAHULUAN

Pada industri pengalengan ikan sarden di muncar, terdapat *sterilizer machine* berupa *autoclave* yang berfungsi untuk mensterilkan kemasan ikan sarden yang berupa kaleng. Pensterilan ini dilakukan menggunakan suhu tinggi yaitu 120°C dengan tujuan agar olahan ikan terbebas dari bakteri. Terdapat beberapa paramater yang perlu dimonitoring pada proses sterilisasi, diantaranya yaitu suhu, waktu dan tekanan. Dalam proses

sterilisasi, suhu *autoclave* diharuskan stabil pada suhu 120°C. Pada penelitian ini toleransi yang diberikan pada perubahan suhu yaitu sebesar 1°C sehingga setting suhu dilakukan pada 121°C.

Pada industri pengalengan ikan sarden di muncar, pengoperasian *autoclave* secara manual tanpa memanfaatkan teknologi informasi menyebabkan sering terjadi kelebihan suhu pada saat proses setrilisasi sehingga menyebabkan olahan ikan menjadi rusak.

Berdasarkan permasalahan di atas maka pada penelitian dilakukan pengoptimalan suhu *autoclave* secara otomatis agar tetap konstan pada 121°C. Hal ini dilakukan dengan menggunakan sensor *thermocouple* pada *autoclave* yang dikontrol secara otomatis oleh *Outseal PLC (Outseal Programmable Logic Controller)*. Pada saat proses pensterilan, apabila suhu yang terdeteksi oleh sensor melebihi batas yang ditentukan yaitu di atas 121°C, katup akan membuka secara otomatis untuk menurunkan suhu 121°C.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Pada penelitian yang dilakukan oleh Utomo dkk (2019) telah dilakukan modifikasi Autoclave Hansin Hs-85e menggunakan *programmable logic control (PLC)*–Siemens S7-200. Alat ini menggunakan *human machine interface (HMI)* untuk menampilkan suhu dan waktu. Setelah dilakukan modifikasi dengan menggunakan control PLC Siemens S7 – 200 diperoleh hasil pengukuran suhu yang sesuai pada sistem yang diinginkan. Selain itu hasil dari pengukuran terhadap kalibrator (data logger) mendapat hasil yang menyatakan bahwa alat autoclave HS-85E modifikasi menggunakan PLC layak pakai dan dapat digunakan dalam proses sterilisasi [1].

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Hardono dan Supriyadi (2020), telah dilakukan modifikasi Autoclave berbasis ATMega 328p. Alat autoclave ini dilengkapi dengan sistem pembuangan uap secara otomatis, dapat melakukan pembuangan uap jika driver solenoid valve mendapatkan tegangan dari mikrokontroler [2].

2.2 Landasan Teori

a. Ikan Lemuru

Ikan lemuru merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil ekonomis penting dari famili *Clupeidae* yang banyak tertangkap di perairan Selat Bali dan merupakan jenis *Sardinella lemuru Bleeker 1853* [3]. Namun jenis ikan lemuru kurang dikenal di kalangan masyarakat. Oleh karena itu ikan lemuru biasa disebut dengan ikan sarden di Indonesia. Ikan lemuru merupakan jenis ikan pelagik kecil yang banyak dijumpai di perairan Indonesia. Ikan lemuru yang memiliki nilai ekonomis penting adalah jenis

ikan lemuru jadi ikan lemuru mempunyai ciri – ciri yaitu ikan lemuru merupakan ikan pelagis kecil yang berlemak.

b. Pengolahan Ikan Sarden

Pada sistem pengolahan ikan sarden, sterilisasi pada dasarnya bertujuan melindungi ikan dari pembusukan dan kerusakan [4]. Selain itu juga untuk memperpanjang daya awet dan mendiversifikasikan produk olahan hasil perikanan jadi pada sistem pengolahan ikan dipabrik ada beberapa tahapan.

Langkah pertama yaitu proses pengguntingan pada proses ini ikan akan digunting kepala, sirip dan ekor agar pada saat pemasukan di dalam kaleng cukup. Setelah proses pengguntingan selesai lanjut ke tahap berikutnya yaitu pengisian ikan ke dalam kaleng sarden setelah pengisian kaleng sarden sudah terisi. Tahap berikutnya yaitu proses *precooking* yaitu proses pemasakan ikan yang ada pada kaleng ikan. Proses selanjutnya yaitu proses penirisan proses ini dilakukan agar kandungan air yang ada pada kaleng setelah proses *precooking* habis. Berikutnya dilakukan pengisian saus pada kaleng sarden yang sudah dimasak setelah proses *precooking* setelah semua sudah selesai proses selanjutnya penutupan kaleng

c. Sterilisasi

Sterilisasi dapat didefinisikan sebagai proses yang secara efektif membunuh atau menghilangkan mikroorganisme yang dapat berpindah (seperti jamur, bakteri, virus) [5]. Pada proses sterilisasi yang dilakukan terhadap produk atau kaleng ikan sarden di dalam retort harus dilakukan dalam suhu dan waktu yang cukup agar diperoleh tingkat sterilisasi yang menjamin keamanan produk dari mikroorganisme. Selama proses sterilisasi ini, usahakan keadaan suhu dan tekanan dalam keadaan konstan sesuai dengan ketentuan pada proses sterilisasi.

d. Autoclave

Pada retort/Autoclave juga membutuhkan suatu kontrol perangkat keras yang akan menunjang kinerja pada proses mensterilkan. Perangkat keras yang dimanfaatkan menyesuaikan kebutuhan dalam perancangan misalnya membutuhkan sensor suhu memiliki beberapa tipe yang dimanfaatkan berdasarkan kebutuhan. Autoclave untuk dimensi yang besar membutuhkan sensor suhu yang menunjang kinerja Autoclave pada saat proses

mensterilkan yang maksimal. Begitu juga dengan Autoclave dengan dimensi yang kecil tentu cukup menggunakan jenis sensor suhu yang lebih menunjang untuk penyesuaian spesifikasi Autoclave. Jenis sensor suhu juga akan menentukan perangkat keras yang akan digunakan sesuai kebutuhan untuk memaksimalkan kinerja sensor suhu pada Autoclave dan memiliki daya tahan yang stabil jika digunakan dalam proses mensterilkan yang relatif lama.

e. *Outseal PLC (Programmable Logic Controller)*

Outseal PLC adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol dan mengolah data ladder dari komputer dapat memberikan proteksi pada suatu alat. *Outseal PLC* menggunakan komunikasi paralel atau LPT (*Line Print Terminal*) untuk memastikan kecepatan data yang terkirim dan yang diterima benar – benar *real time* karena LPT adalah komunikasi paralel yang mengirimkan data lebih cepat dari komunikasi serial karena jumlah bit yang dikirimkan. Bersamaan dalam satu waktu oleh komunikasi paralel lebih banyak daripada komunikasi serial. *Outseal PLC* juga memiliki pin untuk berkomunikasi menggunakan bluetooth, wifi, dan IOT yang dimana itu disebut dengan *Human Machine Interface (HMI)*.

f. Sensor Thermocouple

Termokopel (*thermocouple*) adalah alat ukur atau sensor untuk mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabungkan pada bagian ujungnya hingga dapat menimbulkan efek “*thermo electric*” [6]. Sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan energi listrik. Perbedaan tegangan diantara dua persimpangan (*junction*) tersebut dikenal dengan istilah *seeback*.

g. Selenoid Valve

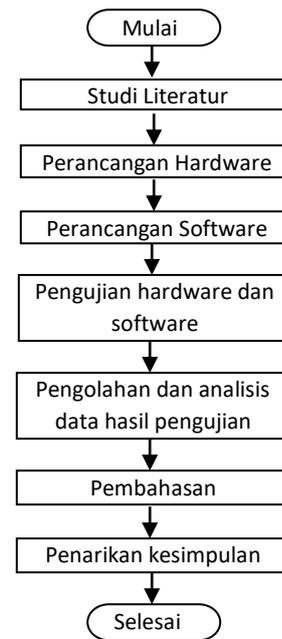
Selenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoid yang mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang digerakan oleh arus AC maupun DC [7]. Selenoid valve pneumatic atau katup (*valve*) solenoid mempunyai lubang keluaran dan lubang masukan. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (*service unit*), sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai tempat tekanan

angin keluar yang dihubungkan ke pneumatic. Lubang exhaust berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja.

3. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 berikut merupakan diagram alir yang menunjukkan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

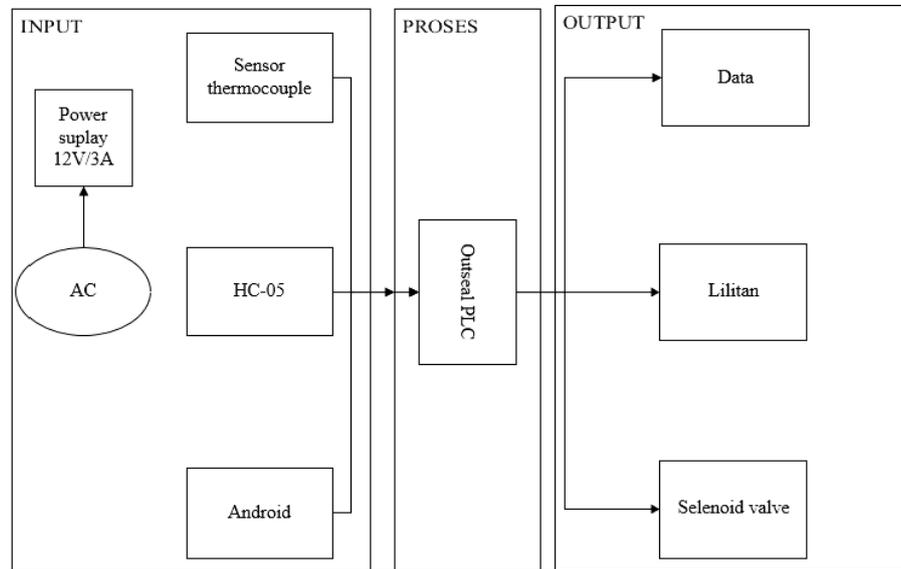
Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait perancangan *hardware* maupun *software* pada penelitian ini. Selanjutnya dilakukan perancangan *hardware* dan *software* dan kemudian dilakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat tersebut. Hasil pengujian tersebut selanjutnya diolah dan analisis untuk kemudian dibahas sehingga nantinya dapat ditarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

B. Diagram Blok Alat

Blok diagram merupakan *wiring* kontrol pada autoclave menggunakan outseal PLC sebagai kontrol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada rancangan kontrol menggunakan Outseal PLC. Blok diagram akan menjelaskan secara singkat cara kerja sistem kontrol Autoclave berbasis Outseal

PLC laptop yang difungsikan memprogram dan android sebagai host memiliki input dan output, input yang dimaksud adalah menerima data pada sensor thermocouple untuk mengirimkan data pada outseal PLC dan akan dikirim pada output solenoid valve dan akan menghasilkan data. File ladder adalah hasil dari pengaturan sebuah

pemograman yang dirubah menjadi kode untuk di proses Outseal PLC dan mengirimkan sinyal pada sensor thermocouple untuk memproses sesuai perintah dari ladder yang kemudian menghasilkan output data dan mengerak solenoid valve jika kelebihan suhu pada saat proses sterilisasi.



Gambar 2. Diagram Blok Alat

C. Desain Hardware

Desain hardware alat yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Desain Hardware

Pada perancangan alat dibutuhkan beberapa bahan untuk menunjang sistem hardware alat sterilisasi. Bahan yang digunakan adalah Retort, solenoid Valve, sensor Thermocouple pada sensor Thermocouple ini yang terhubung pada outseal plc dan juga pada retort dapat mendeteksi kepaakan suhu yang ada dalam sebuah wadah yang didalamnya terdapat kaleng yang disetrilkan oleh suhu yang sudah ditentukan. Selenoid valve difungsikan sebagai pembuka dan penutup ketika suhu pada retort melebihi batas suhu yang ditentukan Dari hasil pembacaan selenoid valve, data yang diketahui kemudian akan diproses pada Outseal PLC untuk menentukan antara membuka jika kelebihan suhu dan menutup ketika suhu sudah kembali stabil.

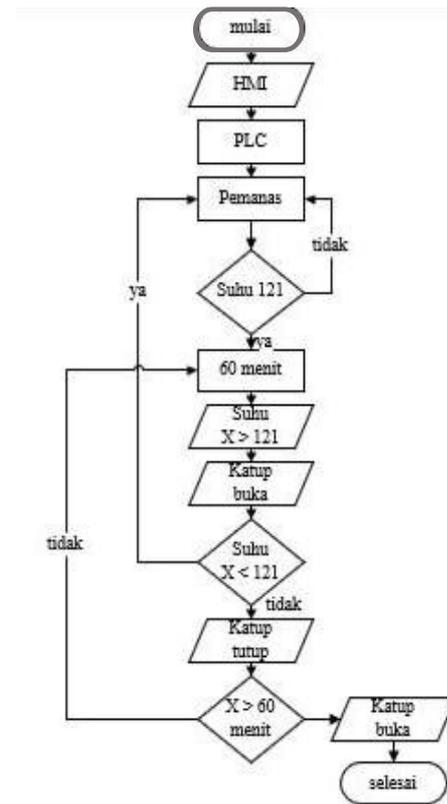
D. Desain Software

Desain Software Monitoring HMI Modbuss adalah Modbus (Modicon bus) merupakan protokol yang memegang peranan penting dalam proses komunikasi

data antar device di Industri, termasuk didalamnya antara PLC dengan Human Machine Interface (HMI) dan sistem lainnya. Untuk memahami bagaimana protokol ini bekerja, pilihannya adalah dengan cara praktek langsung di industri atau membeli kit praktikum yang sudah jadi. Namun kedua pilihan tersebut memerlukan alokasi waktu khusus dan biaya yang cukup mahal. Desain software pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Software



Gambar 5. Flowchart optimalisasi suhu

E. Flowchart Optimalisasi Suhu

Flowchart optimalisasi suhu pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. Pada proses sterilisasi langkah awal yang harus dilakukan membuka aplikasi HMI lalu langkah selanjutnya pada HMI terdapat tombol untuk mengaktifkan *Outseal* PLC setelah itu PLC memberikan perintah pada pemanas untuk proses pemanas air untuk menghasilkan uap panas sebagai proses sterilisasi. Setelah proses pemanas berjalan lalu proses pencapaian suhu 121°C. Ketika proses pencapaian suhu sudah selesai Langkah selanjutnya melakukan proses setrilisasi selama 60 menit dengan suhu 121°C jika suhu terlalu besar maka katup solenoid akan membuka, Ketika suhu kurang dari 121°C maka katup akan menutup dan pemanas akan menyala untuk pencapaian suhu 121°C lagi Ketika waktu kurang dari 60 menit maka akan proses penambahan waktu lagi, tetapi apabila waktu sudah 60 menit sudah selesai melakukan sterilisasi maka katup solenoid akan membuka untuk proses pendinginan setelah itu proses selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Solenoid

Pengujian sensor solenoid untuk buka tutup udara yang ada pada Autoclave dilakukan mengukur suhu dengan objek kemudian akan dikombinasikan pada Autoclave untuk membuka tutup katup pada solenoid secara otomatis. Pada saat pengujian didapatkan hasil ketika objek berada pada suhu kurang 121 sensor solenoid tidak akan bekerja. Jika sensor mendeteksi suhu lebih 121 sensor solenoid akan bekerja. Hasil uji sensor solenoid dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa tingkat keberhasilan kerja dari sensor solenoid adalah 100%.

TABEL 1
 HASIL UJI SENSOR SELENOID

| No | Suhu °C | Solenoid Valve | | T (Menit) | Keterangan |
|-------------------------|---------|----------------|-------|-----------|------------|
| | | Open | Close | | |
| 1 | 30 | | √ | 5 | Berhasil |
| 2 | 70 | | √ | 5 | Berhasil |
| 3 | 80 | | √ | 5 | Berhasil |
| 4 | 122 | √ | | 3 | Berhasil |
| 5 | 124 | √ | | 3 | Berhasil |
| Prosentase Keberhasilan | | | | | 100% |

B. Pengujian Sensor Thermocouple

Tujuan melakukan pengujian sensor *thermocouple* agar mengetahui data error yang didapat pada sensor yang membaca suhu yang diberikan terhadap sensor. Pengujian sensor dilakukan dengan membaca beberapa suhu benda yang di didekatkan

pada ujung sensor *thermocouple*. Hasil uji sensor *thermocouple* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa tingkat keberhasilan kerja dari sensor selenoid adalah 100%.

TABEL 2
 HASIL UJI SENSOR THERMOCOUPLE

| No | Temperatur | Termocouple | Termometer | ΔTemperatur | Keterangan |
|-------------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1. | 60 °C | 50,5 °C | 48,6 °C | 58,1 °C | Berhasil |
| 2. | 70 °C | 60,4 °C | 55,8 °C | 65,4 °C | Berhasil |
| 3. | 80 °C | 65,8 °C | 58,5 °C | 72,7 °C | Berhasil |
| 4. | 90 °C | 80,7 °C | 75,3 °C | 74,6 °C | Berhasil |
| 5. | 120 °C | 115,8 °C | 110,6 °C | 114,8 °C | Berhasil |
| 6. | 130 °C | 120,5 °C | 115,4 °C | 114,9 °C | Berhasil |
| 7. | 133 °C | 121,1 °C | 118,1 °C | 121,9 °C | Berhasil |
| Prosentase Keberhasilan | | | | | 100% |

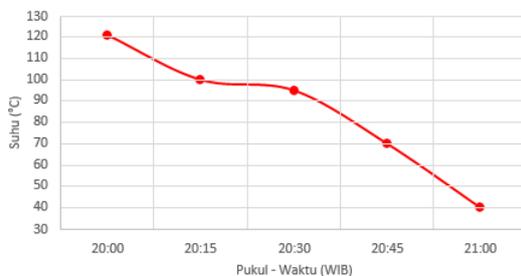
C. Data Hasil Pengujian Suhu Pada Proses Sterilisasi

Pada pengujian suhu ini telah dilakukan pengambilan data waktu terhadap suhu pada saat proses sterilisasi seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3 berikut:

TABEL 3
 DATA SUHU PADA SAAT PROSES STERILISASI

| No | Waktu (menit) | Suhu (°C) |
|----|-----------------|-----------|
| 1. | 20:00 | 121 |
| 2. | 20:15 | 100 |
| 3. | 20:30 | 95 |
| 4. | 20:45 | 70 |
| 5. | 21:00 | 40 |

Selanjutnya untuk memperjelas kondisi yang terjadi dari data aspek suhu yang disajikan pada Tabel 3, data ini direkonstruksi ke dalam garfik yang hasilnya diperlihatkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Grafik waktu terhadap suhu pada proses sterilisasi

Dari data yang tersaji pada Gambar 6 dapat terlihat bahwa untuk data pada periode sterilisasi dalam rentang waktu satu jam yaitu dimulai dari pukul 20.00 WIB hingga pukul 21.00 WIB terjadi penurunan

dari suhu awal sebesar 121 °C menjadi suhu akhir sebesar 40°C. Penurunan suhu total terjadi sebesar 81 °C dengan rata – rata penurunan sekitar 20 °C setiap 15 menit. Penurunan paling drastis terjadi pada 15 menit terakhir yaitu sebesar 30 °C dan penurunan suhu paling landai terjadi pada 15 menit kedua yaitu hanya sebesar 5°C.

D. Data Hasil Pengujian Tekanan Pada Proses Sterilisasi

Selain melakukan pengujian suhu pada saat proses sterilisasi, pada ini juga dilakukan pengujian tekanan dengan melakukan pengambilan data waktu terhadap tekanan pada saat proses sterilisasi seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4 berikut:

TABEL 4
 DATA TEKAPAN PADA SAAT PROSES STERILISASI

| No | Waktu (menit) | Tekanan (Pa) |
|----|-----------------|----------------|
| 1. | 20:00 | 1 |
| 2. | 20:15 | 1 |
| 3. | 20:30 | 0.9 |
| 4. | 20:45 | 0.7 |
| 5. | 21:00 | 0.5 |

Selanjutnya untuk memperjelas kondisi yang terjadi dari data aspek tekanan yang disajikan pada Tabel 4. Data ini dapat ditampilkan kembali ke dalam grafik yang hasilnya diperlihatkan pada Gambar 7. Dari data yang tersaji pada Gambar 7 dapat terlihat bahwa untuk data pada periode sterilisasi dalam rentang waktu satu jam yaitu dimulai dari pukul 20.00 WIB hingga pukul 21.00 WIB terjadi penurunan tekanan dari tekanan awal sebesar 1 Pa hingga

mencapai tekanan akhir sebesar 0,5 Pa. Penurunan tekanan total terjadi sebesar 0,5 Pa dengan rata – rata penurunan tekanan sebesar 0,16 Pa setiap 15 menit. Nilai penurunan terbesar yang terjadi adalah sebesar 0,2 Pa dan pada 15 menit awal tekanan sempat tidak mengalami penurunan dari nilai 1 Pa.



Gambar 7. Grafik waktu terhadap tekanan pada proses sterilisasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada perangkat autoclave yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan:

- Pengujian terhadap pembuangan uap secara otomatis menggunakan sensor solenoid menunjukkan prosentase keberhasilan 100%.
- Pengujian terhadap sensor thermocouple menunjukkan prosentase keberhasilan 100%.
- Pengambilan data suhu dan tekanan untuk Autoclave pada saat proses sterilisasi menunjukkan adanya fluktuasi suhu dan tekanan dalam selang waktu tertentu.

5.2 Saran

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor thermocouple. Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor suhu yang lain untuk kemudian dibandingkan sehingga nantinya dapat diperoleh informasi jenis sensor suhu yang paling baik untuk aplikasi autoclave pada sterilisasi ikan sarden.

DAFTAR REFERENSI

- [1] S. B. Utomo, T. Indrato, dan M. P. A. T. Putra, "Modifikasi Autoclave Hansin Hs-

85e Berbasis Programmable Logic Control," *J. Teknokes*, vol. 12, no. 2, hal. 41–49, 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i2.7.

- [2] T. Hardono dan K. Supriyadi, "Modifikasi Autoclave Berbasis Atmega328 (Suhu)," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, hal. 59–65, 2020, doi: 10.18196/mt.010210.
- [3] I. G. A. D. Hendiari, A. Sartimbul, I. W. Arthana, dan G. R. A. Kartika, "Acta Aquatica," *Acta Aquat.*, vol. 7, no. 1, hal. 28–36, 2021.
- [4] Arini dan S. Subekti, "Proses Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di CV . Pasific Harvest Banyuwangi , Provinsi Jawa Timur .," *J. Mar. Coast. Sci.*, vol. 8, no. 2, hal. 56–65, 2019.
- [5] M. Y. Rakhmatullah, "Rancang Bangun Sistem Sterilisasi Alat-Alat Kedokteran Secara Otomatis," Universitas Airlangga, 2015.
- [6] I. G. S. Widharma, "Sensor Suhu Dalam Telemetry Berbasis IoT Sistem Kendali Analog," Politeknik Negeri Bali, 2020.
- [7] M. Ridha, Jamaluddin, dan Azhar, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Sebagai Pengatur Tuas Penutup Botol Minuman," *J. Tektro*, vol. 4, no. 1, hal. 43, 2020.