

Egg Salting Diffusion Device Based On Programmable Logic Controller

Alat Difusi Pengasin Telur Berbasis *Programmable Logic Controller*

Mohammad Dahlan, Budi Cahyo Wibowo, Deny Cahyanto

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muria Kudus, Gondang manis, Bae, Kudus
59327, Indonesia

e-mails : moh.dahlan@umk.ac.id, budi.cahyo@umk.ac.id

Received: 04 October 2022; revised: 01 November 2022; accepted: 10 December 2022

Abstract — *Salted eggs are processed foods made from duck eggs that are preserved using the salting method. The process of making salted eggs is generally carried out by diffusion and in the traditional model of salting it takes 10-14 days. This study aims to create a diffusion device in the egg salting process to speed up salting by using air pressure. The control system applied in this study is a control system based on PLC (Programmable Logic Controller). The method used in this egg salting diffusion device is to control the air pressure system automatically with PLC as the control base to process data from the air pressure sensor and display it to the HMI (Human Machine Interface). The test results on the egg salting diffusion device were able to shorten the salted egg production time by up to 50% compared to traditional production with the use of the same salt content in eggs.*

Keywords — *Salted Egg, Salting, Programmable Logic Controller, HMI*

Abstrak — *Telur asin merupakan olahan makanan berbahan dasar telur itik yang diawetkan menggunakan metode pengasinan. Proses pembuatan telur asin pada umumnya dilakukan secara difusi dan pada pengasinan model tradisional diperlukan waktu 10-14 hari. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat difusi pada proses pengasinan telur untuk mempercepat pengasinan dengan pemanfaatan tekanan udara. Sistem kendali yang diterapkan pada penelitian ini adalah sistem kendali berbasis PLC (Programmable Logic Controller). Metode yang digunakan pada alat difusi pengasinan telur ini dengan mengendalikan sistem tekanan udara secara otomatis dengan PLC sebagai basis kontrolnya untuk mengolah data dari sensor tekanan udara dan menampilkannya ke HMI. Hasil pengujian pada alat difusi pengasinan telur mampu mempercepat waktu pengasinan telur hingga 50% lebih cepat dibandingkan dengan produksi secara tradisional dengan penggunaan kadar garam yang sama pada telur.*

Kata kunci — *Telur Asin, Pengasinan, Programmable Logic Controller, HMI*

I. PENDAHULUAN

Telur merupakan sumber protein hewani yang baik bagi tubuh manusia. Namun telur sangat mudah mengalami kebusukan, oleh sebab itu banyak cara agar telur dapat diawetkan. Salah satu cara pengawetan adalah dengan pengolahan telur asin atau diasinkan. Semua telur dapat diasinkan, hanya saja telur itik yang umumnya digunakan dalam pengasinan. Karena kadar air

telur itik lebih rendah, dan kandungan proteinnya tinggi. Dengan karakteristik tersebut sehingga telur itik menjadi pilihan sebagai bahan utama dalam pengasinan telur[1]. Telur asin merupakan produk telur yang kaya nutrisi dan merupakan hasil olahan yang melibatkan proses pengasinan dan pemanasan.

Salah satu metode pengawetan telur disamping menjadi olahan makanan yang memiliki citarasa yang khas adalah dengan pengasinan. Prinsip dari pembuatan telur asin terjadinya difusi cairan garam NaCl yang meresap melalui pori - pori pada cangkang telur[2]. Metode pengasinan telur yang selama ini diterapkan masih menggunakan cara atau metode tradisional yaitu dengan melakukan perendaman telur itik yang akan diasinkan dengan adonan garam yang dicampur dengan abu gosok atau dengan bubuk bata merah, dengan metode pengasinan tradisional tersebut proses pengasinan berlangsung lambat. Menambah kadar NaCl dapat pula meningkatkan kecepatan penetrasi garam kedalam telur itik yang akan diasinkan. Selain menambahkan kadar NaCl kedalam adonan rendaman, proses pengasinan juga dapat dilakukan dengan metode pengaturan tekanan udara[3].

Proses untuk mempercepat pengasinan telur dapat dilakukan dengan menggunakan metode tekanan udara. Dengan tekanan udara, larutan garam meresap masuk melalui pori-pori cangkang telur itik, sehingga larutan garam dapat cepat meresap kedalam isi telur itik. Kecepatan laju cairan garam yang masuk dan meresap kedalam telur itik melalui pori – pori cangkangnya didasarkan pada perbedaan tekanan udara antara tekanan udara diluar dan didalam telur, semakin tinggi perbedaan tekanannya maka laju resapan cairan garam akan lebih cepat[4].

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian dan pembuatan alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur otomatis berbasis PLC dengan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) sehingga mudah untuk dioperasikan dan dimonitor oleh operator. Proses pengaturan tekanan udara bekerja secara otomatis artinya *solenoid valve* akan membuka

dan menutup sesuai dengan nilai tekanan udara yang telah ditentukan. Otomatisasi menggunakan sensor tekanan udara yang dikendalikan oleh PLC dengan tampilan HMI untuk menampilkan nilai tekanan udara dan tombol operasi.

A. Telur Itik

Pemilihan telur itik sebagai bahan dasar dalam pengasinan telur lebih disebabkan pada karakteristik telur itik yang memiliki kemampuan dalam menyerap air lebih baik dan lebih mudah disebabkan pori-pori kulit telur itik lebih besar dibandingkan dengan telur unggas lainnya, sehingga sangat cocok jika dilakukan proses pengasinan. Salah satu sumber protein hewani terdapat pada telur itik dan juga memiliki rasa lezat, memiliki kandungan gizi tinggi, mengandung lemak dan karbohidrat. Aroma amis telur itik dan sifatnya yang mudah rusak, sehingga pengasinan menjadi salah satu metode pengawetan yang tepat.

Salah satu kekurangan telur itik adalah aroma yang kurang disukai sehingga pemilihan telur itik pada bahan makanan tidak sefavorit telur ayam, dengan ukuran pori-pori kulit yang lebih besar maka telur itik sangat baik untuk diolah menjadi telur asin[6].

B. Pengasinan Telur

Telur memiliki sifat mudah rusak. Kerusakan yang terjadi pada telur diantaranya kerusakan fisik, kerusakan kimiawi atau kerusakan yang diakibatkan oleh mikroorganisme. Untuk menjaga agar telur tetap awet dilakukan beberapa metode pengawetan diantaranya metode pengasinan, perendaman dalam larutan kapur, penyimpanan diruang dingin dan penyamakan dengan bahan nabati[7].

Metode pengawetan telur dengan cara pengasinan telah dikenal dan banyak dilakukan oleh masyarakat. Pengasinan telur pada umumnya dilakukan dengan cara merendam telur dalam larutan garam (NaCl) atau membaluri telur dalam adonan yang terdiri dari batu bata, abu dan garam.

Tahap-tahap dalam pembuatan telur asin yaitu pemilihan kualitas telur, pembenihan dan penggaraman sekaligus pengawetan. Pengawetan telur yang masih tradisional hanya dikerjakan dengan cara perendaman dalam larutan garam selama 7 -14 hari[8]. Lama pengasinan telur itik tidak

berpengaruh secara nyata terhadap kandungan gizinya[9].

C. Tekanan

Dalam ilmu fisika, tekanan adalah definisi dari satuan newton per satuan luas (N/m^2). Konsep yang dimiliki tekanan adalah sama dengan penyebaran gaya pada luas permukaan benda. Tekanan berkaitan dengan gaya, luas, volume dan suhu. Tekanan biasa dipakai untuk menghitung kekuatan suatu benda seperti tekanan zat cair untuk hidrostatik dan tekanan gas untuk udara.

Persamaan tekanan adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana:

P = Tekanan dengan satuan pascal

F = Gaya dengan satuan newton

A = Luas permukaan dengan m^2

Ada beberapa jenis tekanan, tekanan zat padat, tekanan zat cair dan tekanan gas. Pada tekanan zat padat berlaku ketentuan bahwa semakin besar luas bidang tekan maka semakin kecil tekanannya. Tekanan sebuah cairan bergantung pada kedalaman cairan. Satuan tekanan yang sering digunakan yaitu atm, bar, dan psi[10]. Salah satu metode pengasinan telur yang diterapkan adalah dengan menggunakan tekanan udara yang dimampatkan menggunakan kompresor pada tekanan 4 – 6 Bar dibutuhkan waktu pengasinan selama 4 sampai 7 jam[11].

Pada penelitian ini satuan tekanan yang digunakan yaitu bar. Penggunaan satuan bar ini umum digunakan di Indonesia dan banyak dipakai dalam pengukuran tekanan fluida didalam suatu ruangan. Tabel II merupakan perhitungan konversi tekanan yang umum digunakan.

D. Sensor Tekanan Transmitter

Sensor tekanan adalah sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan suatu zat. Sensor tekanan/*pressure sensor* adalah jenis sensor digunakan untuk pengukuran tekanan udara/gas, air/cairan, minyak/oil, tidak boleh digunakan untuk jenis cairan yang bersifat korosif. Kompatibel diaplikasikan pada sistem Pneumatic, hidrolik, *gas storage*, dan lain-lain. Bentuk fisik dari sensor tekanan *transmitter* ditunjukkan pada Gambar 1.

TABEL I
Komposisi Kimia Telur Ayam, Telur Bebek dan Telur (Asin)[5]

Komposisi	Telur Ayam	Telur Bebek	Telur Bebek (Asin)
b.d.d (%)	90	90	83
Air (g)	74	70,8	66,5
Vit.C (mg)	0	0	0
Vit B-1 (mg)	0,1	0,18	0,28
Vit. A.S.I	900	1230	841
Besi (mg)	2,7	2,8	1,8
Fosfor (mg)	180	175	157
Kalsium (mg)	54	56	120
Hidrat Arang (g)	0,7	0,8	1,4
Lemak (g)	11,5	14,3	13,6
Protein (g)	12,8	13,1	13,6
Kalori (kal)	162	189	195

TABEL II
Konversi Tekanan[12]

	bar	Atm	Lb/in ² (psi)	Pascal (N/m ²)
bar	1	$\times 10^{-3}$	14,5	10^5
atm	1,01	1	14,7	$1,01 \times 10^2$
Lb/in ²	$6,89 \times 10^2$	$6,80 \times 10^{-2}$	1	$6,89 \times 10^3$
Pascal (N/m ²)	10^{-5}	$9,87 \times 10^{-4}$	$1,45 \times 10^{-4}$	1



Gambar 1. Sensor Tekanan Transmitter 7410



Gambar 2. Arduino Uno R3

E. Arduino Uno

Arduino uno adalah kit elektronik *open source* yang dirancang khusus bagi para *programmer* perangkat elektronik untuk bisa berinteraksi dengan berbagai jenis sensor dan pengendali[13]. Arduino kit merupakan perangkat keras yang bersifat “*open source*” sehingga boleh dibuat dan dikembangkan oleh siapa saja[14].

Arduino uno R3 bekerja pada tegangan 5V dengan tegangan masukan direkomendasikan pada tegangan 7-12V dan batas tegangan antara 6V-20V. Arduino uno R3 dapat dihubungkan dengan koneksi USB dan *power supply* eksternal. Arduino uno R3 dilengkapi dengan soket DC 2,1 mm yang digunakan untuk saluran *power supply* diluar unit arduino.

Arduino uno memiliki 6 pin digital yang mampu mengeluarkan sinyal PWM dan dilengkapi dengan 6 pin *input analog*. Berikut fungsi dari masing – masing pin tersebut: Pin 0 berfungsi sebagai koneksi serial untuk menerima data (RX). Pin 1 berfungsi sebagai koneksi serial untuk mengirim data (TX). Pin 2 dan 3 berfungsi sebagai eksternal *interrupts* untuk memberikan *trigger* pada *interrupts* pin masukan pada arduino. Pin 3, 4, 6, 9 , 10 dan 11 berfungsi sebagai keluaran PWM. Pin 10, 11, 12 dan 13 berfungsi sebagai pin untuk komunikasi data SPI, Pin 10 untuk SS, pin 11 untuk MOSI, pin 12 untuk MISO dan pin 13 untuk SCK. Pin 13 adalah pin digital yang terhubung dengan LED yang terdapat pada *board* Arduino Uno R3. Pada saat pin 13 HIGH maka LED akan menyala dan sebaliknya pada saat LOW LED akan mati.

Banyaknya varian dari modul arduino sehingga spesifikasi dari modul arduino ini juga beragam dan tentunya disesuaikan dengan kebutuhan dari sistem yang akan dibangun. Arduino Uno R3 merupakan varian modul mikrokontroler yang umum digunakan untuk mengontrol sistem kendali sederhana berbasis mikrokontroler ATmega328 *Input analog* terdiri dari 6 pin yaitu A0 hingga A5. Pin A4 dan A5 digunakan sebagai koneksi SDA SCL. Pin I/O pada arduino uno mengeluarkan arus DC sebesar 40mA. Pin 3,3V dan arus DC yang dikeluarkan sebesar 50mA. Pada pin *input analog* tegangan masukan berkisar antara 0-5V. Arduino uno R3 bekerja menggunakan *flash memory* 32 KB, SRAM 2 KB, EEPROM

1KB dan *clock* 16 MHz. Untuk mengisi program ke arduino uno R3 digunakan arduino *software* (IDE). Arduino uno R3 juga dilengkapi dengan tombol RESET yang digunakan untuk memulai program dari awal. Bentuk fisik arduino uno R3 *board* ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem kendali sekarang ini banyak menggabungkan antara kendali konvensional dengan sistem kendali berbasis AI (*Artificial Intelegence*) yang tujuannya adalah untuk memperbaiki respon kendali yang diterapkan[15].

F. Optocoupler

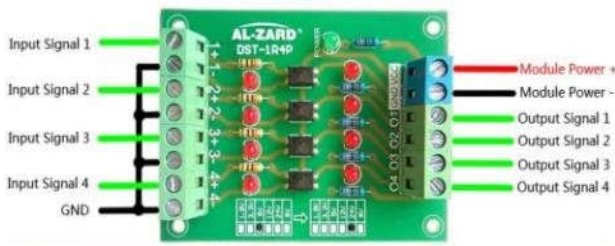
Optocoupler, atau dikenal juga sebagai opto-isolator maupun *photocoupler*, adalah komponen elektronika yang mengirimkan sinyal antara dua bagian (bagian pengirim (*transmitter*) dan bagian penerima (*receiver*) melalui cahaya. Bagian *transmitter* berupa LED dan bagian *receiver* adalah berupa photo-transistor maupun photo-TRIAC. Bagian *transmitter* dan bagian *receiver* tidak kontak atau terhubung secara fisik, namun sepenuhnya terpisah.

Bagian *transmitter* berupa LED yang memancarkan cahaya dengan panjang gelombang infra merah. Pada bagian *receiver* yang berupa transistor peka cahaya perlu ditambahkan resistor dibagian kolektor agar rangkaian bisa beroperasi karena transistor bersifat *open drain*[16].

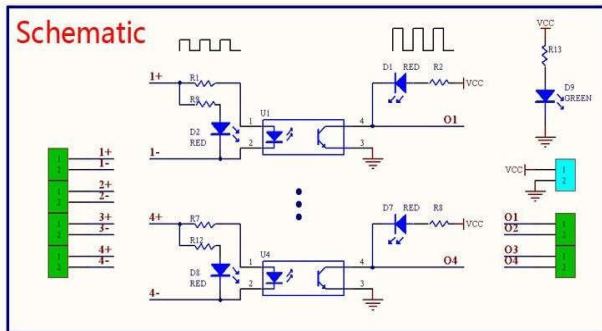
Pada prinsipnya *optocoupler* merupakan kombinasi antara LED sebagai pemancar cahaya infra merah dan bagian penerima berupa komponen *phototransistor* yang peka terhadap cahaya. Cahaya infra merah yang dipancarkan akan dideteksi oleh *phototransistor* dan mengakibatkan bagian collector dan emitor pada *phototransistor* saling hubung singkat (*Switch On*). Dan begitu pula saat tidak ada cahaya yang diterima oleh *phototransistor* maka bagian antara collector dan emitor terputus (*switch off*).

Prinsip kerja *phototransistor* hampir sama dengan transistor bipolar, yang membedakan adalah terminal basis *phototransistor* yang berupa penerima peka cahaya.

Dalam penerapannya, sebuah *optocoupler* dapat diperoleh dari sebuah IC (*integrated circuit*), misalnya IC seri CNY17-X, PC817, seri PS2501-X, seri MOCD20X, seri MOCD21X,



Gambar 3. Modul Optocoupler



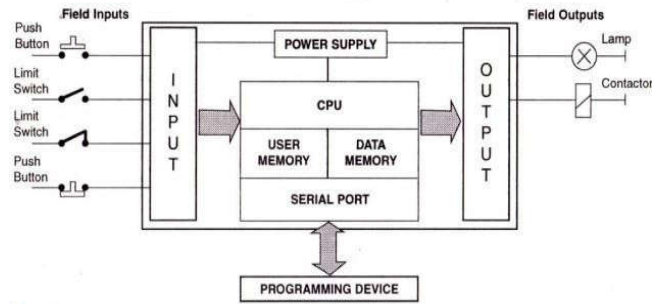
Gambar 4. Skematik Optocoupler

seri 4N2X, seri 4N3X, seri H11AX, dan sebagainya. *Optocoupler* banyak diaplikasikan sebagai *driver* pada rangkaian yang menggunakan mikrokontroler, *driver* pada motor DC, DC dan AC *power control* dan juga pada komunikasi rangkaian yang dikendalikan oleh komputer.

Bagian yang sangat peka terhadap cahaya pada *phototransistor* adalah bagian basis. Penggunaan *optocoupler* berfungsi untuk menaikkan tegangan *output* dari arduino atau kontroler yang lain sebesar 5 Volt menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan tegangan *input* dari PLC yaitu 24 Volt. Bentuk fisik dari modul *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 3, dan *schematic* dari modul *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 4.

G. PLC Omron CPlE

Programmable Logic Controller atau lebih dikenal dengan PLC adalah sebuah peralatan yang dapat diprogram dan digunakan untuk menggantikan rangkaian logika relay yang digunakan pada sistem kendali konvensional. PLC bekerja dengan cara membaca kondisi masukan atau *input* melalui sensor-sensor yang terhubung ke terminal *input* PLC, dari sinyal masukan tersebut kemudian diproses sesuai dengan program yang diisikan ke dalam PLC melakukan tindakan untuk menghidupkan atau mematikan piranti keluaran atau berlogika 1 atau 0. Sebelum menggunakan PLC pengguna harus membuat *ladder diagram* berdasarkan algoritma kendali yang akan diterapkan kemudian PLC dengan program yang telah diisikan akan menentukan aksi yang akan dilakukan pada saluran *output*[17]. Bahasa pemrograman numeric digantikan dengan sistem *record and replay* gerakan berbasis



Gambar 5. Bagian – bagian pada PLC

Programmable Logic Control (PLC) dan Visual Basic[18]. Sebagian besar aplikasi kontrol listrik atau elektronik yang membutuhkan dalam dunia industri menggunakan PLC[17]. Dalam penggunaannya, PLC memiliki keunggulan atau kelebihan dalam sistem kerjanya, antara lain : Fleksibel dalam penggunaan, mudah dalam perubahan desain rancangan dan koreksi *error*, Harga relatif murah dibandingkan kehandalan yang diberikan, terminal untuk *input dan ouput* yang lengkap, kecepatan kinerja operasi lebih baik, kemudahan dalam pemrograman karena menggunakan sistem *ladder diagram*, penyederhanaan dalam *wiring diagram*, kemudahan dalam menambah dan merubah program, pengoperasiannya yang aman.

PLC dalam hal ini mampu mengontrol peralatan *Building Automation System* (BAS) diantaranya yaitu *Air Conditioner* (AC), lampu dan stop kontak di suatu ruangan sesuai dengan pengaturan yang telah ditentukan[19].

H. HMI OMRON NB7W-TW00B

Human Machine Interface (HMI) adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk menghubungkan antara manusia dengan mesin pada *plant system* dan juga digunakan untuk menampilkan, mengawasi dan mengendalikan proses yang sedang berlangsung, pengaturan *timer, counter* dan pengaturan kendali PID dan pengaturan-pengaturan lainnya.

Dalam dunia industri berbasis *automatic system*, HMI sudah dilengkapi dengan sistem komputer sehingga sebelum menggunakan HMI terlebih dahulu dibuat aplikasi atau *project* sesuai dengan desain sistem yang diinginkan. *Software* HMI umumnya memiliki kemampuan sebagai berikut: Menampilkan proses kerja suatu sistem yang sedang berlangsung, *Monitoring* dan mengendalikan pembacaan data pengukuran sensor secara *real time*. Pengembangan teknologi HMI ini dapat melengkapi teknologi PLC sehingga lebih fleksibel dan efisien, dengan memberikan visualisasi bahkan pengendalian pada proses di indutri[20].

Perancangan HMI untuk sistem otomasi *storage* adalah untuk memudahkan pengendalian sistem penyimpanan barang

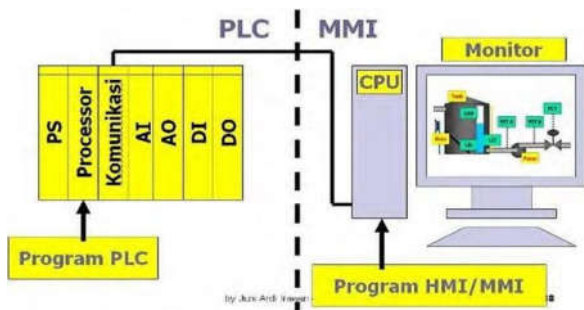
secara otomatis dengan bantuan sensor. Selain pengendalian sistem, juga untuk memudahkan saat proses pemantauan.[21]

II. METODE

Penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian dalam kategori penelitian rekayasa teknologi yang dilaksanakan menggunakan metode *research and development* dan menghasilkan teknologi tepat guna yaitu alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur dengan pengaturan tekanan udara.

A. Alur Sistem Penelitian

Alur pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada diagram alir Gambar 7. Penelitian diawali dengan *study literature* yaitu mempelajari beberapa literasi pendukung dalam penelitian ini.



Gambar 6. Sistem Monitoring HMI



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

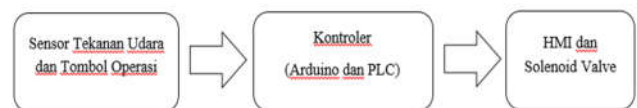
Tahapan penelitian dimulai dengan proses studi literasi, setelah mempelajari literasi terkait kemudian dilanjutkan dengan proses perancangan dan pembuatan *hardware* sesuai dengan sistem yang akan dibuat. Kegiatan pembuatan *hardware* meliputi pembuatan *wiring diagram*, dan pemasangan berbagai komponen elektronik lainnya. Perancangan dan pembuatan *software* dilakukan setelah bagian *hardware* selesai dibuat. Diagram alir proses penelitian disajikan pada Gambar 7.

B. Perancangan Hardware

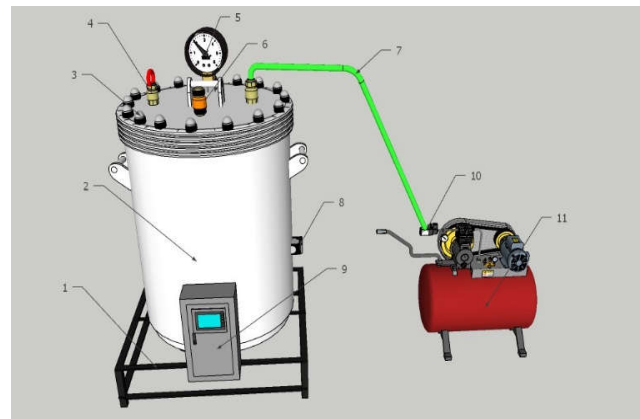
Tahapan berikutnya setelah proses studi literatur adalah perancangan *hardware*.

Diagram blok perancangan *hardware* yang akan dirancang ditunjukkan pada Gambar 8. Adapun fungsi dari tiap bagian pada diagram blok sistem perancangan *hardware* adalah: Bagian *input* pada desain *hardware* berupa sensor tekanan dan *push button*, berfungsi sebagai masukan untuk kontrol sistem pemercepat difusi pada pengasinan telur secara otomatis. Bagian kontrol, bagian ini berfungsi untuk memproses masukan dari bagian *input* untuk kemudian diproses dengan logika program yang dimasukkan pada kontroler berupa PLC dan arduino untuk menggerakkan piranti keluaran. Bagian *Output*, bagian ini terdiri atas *solenoid valve* dan HMI yang berfungsi untuk mengendalikan tekanan udara pada tabung pengasinan telur dan HMI untuk menampilkan nilai pembacaan sensor – sensor dan pengaturan *setpoint* untuk tekanan udara.

Diagram blok sistem alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur otomatis berbasis PLC dengan menggunakan *display HMI (Human Machine Interface)* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Blok Diagram Perancangan Hardware



Gambar 9. Sistem Pengasin Telur Metode Difusi

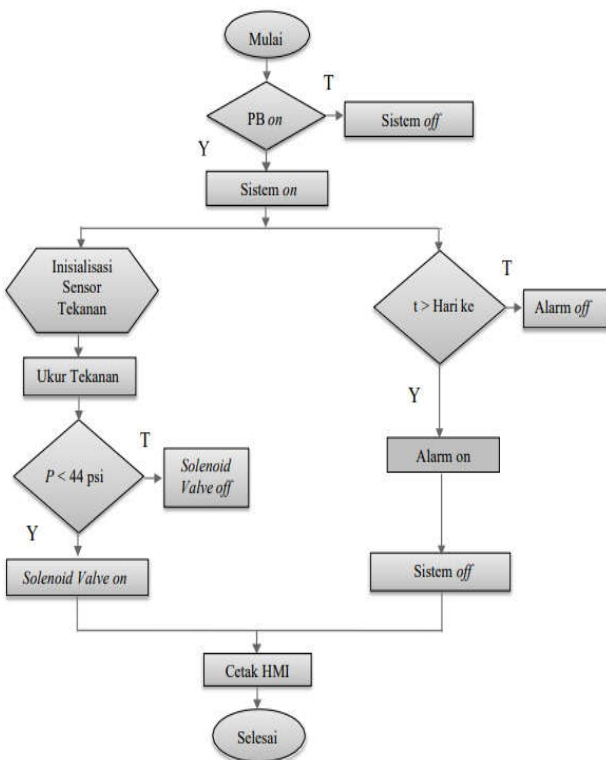
Keterangan Gambar:

1. Rangka dudukan tabung
2. Tabung *stainless steel*
3. Pengunci tutup tabung
4. Katup pengaman sistem mekanik
5. Manometer
6. Sensor tekanan udara *transmitter*
7. Selang kompresor
8. Box panel kontrol
9. *Solenoid valve*
10. Mesin kompresor

Alat pengasin telur dengan metode difusi ini mampu mempercepat proses pengasinan telur dengan lebih sempurna dan mampu memproduksi telur asin dalam kapasitas yang cukup besar.

C. Perancangan Software

Tahapan berikutnya setelah proses perancangan *hardware* adalah proses perancangan *software*, perancangan *software* diperlukan untuk memprogram PLC sehingga mampu mengendalikan perangkat penggerak berdasarkan masukan dari perangkat *input*. Proses pengasinan telur dengan metode difusi ini menggunakan PLC dalam sistem kendalinya sehingga diperlukan pemrograman dengan menggunakan ladder diagram. Gambar 10 merupakan diagram alir perancangan *software* pada system pengasinan telur menggunakan metode difusi.



Gambar 10. Diagram Alir Perancangan Software

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah berhasil dibuat alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur otomatis berbasis PLC dengan *display* HMI. Pembahasan meliputi cara kerja alat yang telah dibuat, pengujian *hardware*, pengujian *software*, pengujian seluruh sistem dan analisis hasil.

Untuk mengatur posisi dan kecepatan putar motor diperlukan analisis kendali kecepatan pada motor untuk kemudian diterapkan pada sistem elektromekanik yang akan dibuat[22].

A. Hasil Alat

Penelitian ini telah menghasilkan alat untuk mempercepat proses difusi pada pengasinan telur yang dilengkapi dengan sistem pengatur tekanan udara dengan menggunakan PLC sebagai pengolah data dalam pengendalian tekanan udara, menampilkan hasil pengukuran sensor tekanan melalui *display* HMI (*Human Machine Interface*) dan gambar *wiring* diagram alat untuk mempercepat proses pengasinan telur. Dilakukan juga pengujian sensor tekanan udara *transmitter* 7104, pengujian kendali tekanan udara, pengujian NaCl telur dan pengujian alat keseluruhan. Konstruksi fisik alat pemercepat proses difusi pengasinan telur ditunjukkan pada gambar 11.

Sistem elektronik pada alat untuk mempercepat proses difusi pengasinan telur dirangkai dan dirakit didalam sebuah *box panel*. *Box panel* ini dilengkapi dengan 3 tombol operasi dan HMI untuk menampilkan hasil ukur sensor tekanan udara pada proses pengasinan telur. Tombol pada *box panel* ini berfungsi untuk menyalakan dan mematikan sistem dan tombol *emergency* untuk mematikan sistem jika terjadi kondisi darurat. Gambar 12 merupakan tampilan *box panel* kontrol.

Sistem untuk mempercepat pengasinan telur ini dirangkai dengan beberapa bagian diantaranya: rangka dudukan tabung, tabung *stainless steel*, sistem pengunci tutup tabung, manometer, sistem pengaman mekanik, sensor tekanan udara, kompresor, selang kompresor, *box panel* kontrol dan *solenoid valve*.



Gambar 11. Alat Mempercepat Difusi Pengasinan Telur



Gambar 12 Tampilan luar box panel kontrol

Box panel kontrol terdiri atas beberapa bagian diantaranya adalah: HMI, *Pushbutton emergency*, *Pushbutton on*, dan *Pushbutton off*.

Box panel kontrol berisi komponen elektronik yang dirangkai yang terdiri atas: PLC OMRON CP1E, MCB, arduino uno R3, *power supply*, *relay*, *Voltage Regulator* dan modul *optocoupler*. Gambar 13 menunjukkan tampilan didalam panel kontrol. Rangkaian elektronik pada alat ini dirangkai sedemikian rupa sehingga jika terjadi kerusakan pada sistem *hardware* dapat dianalisa dengan lebih mudah.

B. Pembahasan

Sistem telah mampu bekerja sesuai dengan desain rancangan *hardware* yang telah dibuat yaitu alat untuk mempercepat difusi pada pengasinan telur, hal ini diketahui dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Beberapa indikator hasil pengujian *hardware* pada alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur diantaranya hasil pengujian sensor tekanan udara *transmitter* 7410 menunjukkan tingkat korelasi yang kuat saat dibandingkan dengan alat ukur tekanan udara terstandar, nilai korelasinya 0,998 mendekati 1, *Actuator* berupa *solenoid valve* yang terhubung ke output PLC mampu merespon sinyal keluaran PLC OMRON CP1E sesuai dengan *logic* program yang diisikan, HMI mampu menampilkan data hasil ukur sensor tekanan udara serta tampilan indikator yang sesuai dengan desain rancangan yang dibuat.

Alat pemercepat proses difusi pengasinan telur berbasis PLC dengan *display* HMI mampu memproduksi dengan kapasitas 500 butir telur asin. Metode pengasinan telur asin ini menggunakan tekanan udara dengan nilai *setpoint* yang telah ditentukan.

Sistem didesain mampu memonitor selama proses produksi melalui tampilan HMI dan pembacaan sensor tekanan udara. Dari hasil pengujian telur asin yang diproduksi dengan menggunakan alat untuk mempercepat difusi mampu

mempersingkat waktu produksi hingga 50% dibandingkan proses produksi telur asin secara tradisional dengan kadar



Gambar 13 . Tampilan isi box panel kontrol

garam yang sama. Dari hasil pengujian yang dilakukan alat mampu mempercepat proses difusi pada pengasinan telur dan layak digunakan dalam produksi telur asin.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

A. Kesimpulan

Telah dibuat alat untuk mempercepat difusi pengasinan telur otomatis berbasis PLC dengan tampilan HMI dan dapat bekerja secara otomatis dalam pengendalian tekanan udara serta mampu mempercepat produksi telur asin hingga 50% yang awalnya membutuhkan waktu 14 hari dalam proses pengasinan secara tradisional dengan alat ini hanya butuh 6 hari dengan menggunakan kadar garam yang sama pada telur asin.

Pengujian sensor tekanan udara *transmitter* 7410 mampu membaca nilai ukur tekanan dengan korelasi mendekati 1, dan hasil pembacaan sensor secara *real time* ditampilkan pada HMI.

Hasil kalibrasi sensor tekanan udara 7410 dengan alat ukur manometer *merk* tekiro mempunyai akurasi 95,65% dengan nilai *error* 4,35%.

Alat untuk mempercepat proses difusi pengasinan telur asin ini sangat bermanfaat bagi pengrajin telur asin karena mampu mempercepat proses pengasinan telur asin hingga 50% lebih cepat dari metode konvensional.

B. Saran

Adapun beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut diantaranya :

Penambahan sensor *salinity* untuk memonitor kadar garam pada bahan baku dan ditampilkan oleh HMI.

Penggunaan sensor tekanan udara yang mempunyai nilai korelasi yang lebih baik dari alat ukur tekanan udara terstandar.

Gunakan *seal* berbahan silikon pada tabung dan lakukan pergantian secara periodik untuk meminimalisir kebocoran tekanan udara.

V.KUTIPAN

- [1] W. FG and S. Koswara, *Telur: Komposisi, Penanganan dan Pengolahannya*. Bogor: M-Brio Press, 2002.
- [2] Z. Wulandari, *Sifat Fisik Kimia dan Total Mikroba Telur Itik Asin Hasil Teknik Penggaraman dan Lama Penyimpanan yang Berbeda*. 2004.
- [3] Sujinem, "Percepatan Penetrasi garam ke dalam telur itik (*Anasplatyhincos*) dengan metode tekanan dalam proses pembuatan telur asin," Bogor, 2006.
- [4] W. I. Rukmiasih, N Ulupi, "Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Telur Asin Melalui Penggaraman dengan Tekanan dan Konsentrasi Garam yang Berbeda," *J. Ilmu Produksi dan Teknol. Has. Perten.*, vol. 3, 2015.
- [5] Harianto, *Proses Pembuatan Telur asin*. Jakarta: PT. Media Pustaka, 2016.
- [6] A. P. Ginarsari, "Pengaruh Perbedaan Lama Perendaman Telur Ayam Asin dalam Garam Berempah Terhadap Rasa dan Kandungan Protein," Universitas Semarang, 2015.
- [7] S. Koswara, "Teknologi Pengolahan Telur (Teori dan Praktek)," 2009. .
- [8] L. Suprapti, *Pengawetan Telur*. Yogyakarta: Kanisius.
- [9] A. Engelen, "Pengaruh Lama Pengasinan Pada Pembuatan Telur Asin dengan Cara Basah," *J. Agroindustri Halal*, vol. 3, no. 2, pp. 133–141, 2017, doi: 10.30997/jah.v3i2.831.
- [10] Rahmawati, *Pengetahuan Alat Ukur Tekanan dan kalibrasi*. Pressure Gauge. Lembaga Pelatihan PPMB, 2011.
- [11] spasi Arial, Y. Nur Rohmat, D. Canra, H. Priyatna, J. Teknik Mesin, and P. Negeri Indramayu, "Perancangan Dan Pengujian Alat Pengasin Telur Bebek Dengan Air Compression Pressure," *J. AUSTENIT*, vol. 13, no. 2, p. 45363, 2021, [Online]. Available: <http://doi.org/10.5281/zenodo.5725848>.
- [12] Ainie, *Buku Ajar Termodinamika. Jurusan Fisika FMIPA*. Semarang: Universitas Diponegoro, 2007.
- [13] Wardana and I. N. Kusuma, *Teknik Antarmuka MATLAB dan Arduino*. Yogyakarta: MiranaDIY, 2015.
- [14] Z. Lubis *et al.*, "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 1410–4520, 2019.
- [15] B. C. Wibowo and N. Y. D. Setyaningsih, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Kendali Sistem Penggerak Kamera 2 Axis Untuk Mengikuti Objek Berbentuk Bola," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 1, pp. 100–106, 2021, doi: 10.36277/jteuniba.v6i1.113.
- [16] L. Umar, Y. Hamzah, and R. N. Setiadi, "Multi-Channel Fry Counter Design Using Optocoupler Sensor," *Spektra J. Fis. dan Apl.*, vol. 4, no. 2, pp. 97–104, 2019, doi: 10.21009/spektra.042.06.
- [17] M. . Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., *Programmable Logic Controller (PLC)*. Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.
- [18] W. Widiyanto, W. Sumbodo, and ..., "Analisis Perancangan dan Pembuatan Program PLC Pembacaan Encoder Pada Sistem Robot Record and Replay," *J. Mech.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2012.
- [19] D. Yuhendri, "Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 121–127, 2018.
- [20] D. T. Nugroho, Y. Ramadhani, and T. Herdantyo, "Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) Untuk Monitoring Objek Pada Sistem Conveyor," pp. 1–11, 2018.
- [21] A. P. Dasril and R. Risfendra, "Perancangan Human Machine Interface Untuk Sistem Otomasi Storage Berbasis PLC," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.24036/jtev.v5i1.102775.
- [22] B. C. Wibowo and F. Nugraha, "Stepper Motor Speed Control Using Start-Stop Method Based On PLC," *J. Tek. Elektro dan Komput. UNSRAT*, vol. 10, pp. 213–220, 2021.

TENTANG PENULIS



Moh. Dahlan, lahir di Rembang, 1 Juli 1969, meraih gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Islam Malang, Indonesia, pada 1994, Magister Sistem Tenaga Teknik Elektro dari Institut Teknologi (ITS), Surabaya, Indonesia, pada 2008 Sejak tahun 1997 bergabung dengan Universitas Muria Kudus sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro. Minat penelitiannya meliputi Sistem Tenaga, Sistem Komputasi dan Kontrol.