

Desain Sistem Otomasi Kendali Suhu dan Penerangan untuk Peternakan Ayam *Closed House*

R.A.Sekar Ciptaning Anindya¹, Dyah Nur'ainingsih¹, Widyastuti¹,
Rama Aditya Narapati¹, dan Erfiana Wahyuningsih²

¹Teknik Elektro, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok

²Teknik Elektro, Universitas Dian Nusantara

Jl. Tanjung Duren Barat 2 No.1, Grogol Petamburan, Jakarta Barat

E-mail :sekaranindya@staff.gunadarma.ac.id, dyahnur@staff.gunadarma.ac.id, widyast@staff.gunadarma.ac.id,
ramaadiranarapati@gmail.com, erfiana.wahyuningsih@undira.ac.id

Abstrak

Peternakan ayam *closed house* berperan penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani. Namun, tantangan dalam kurangnya tenaga kerja yang terampil untuk pengelolaan operasional harian seperti pengendalian dan pemantauan. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, desain sistem otomasi berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dan HMI (*Human Machine Interface*) dibuat untuk pengendalian suhu dan penerangan yang dapat dipantau secara real-time. Pekerjaan berfokus pada sistem kendali otomatis suhu dan penerangan dalam kandang yang dirancang menggunakan perangkat lunak CX-Programmer dan CX-Designer. Sensor suhu mengatur kipas, sistem pendinginan, dan penghangatan berdasarkan perubahan suhu, sedangkan kendali penerangan diatur otomatis pada jadwal pukul 18.00 hingga 06.00 dengan pemantauan secara *real-time* melalui HMI. Hasil simulasi menunjukkan sistem otomasi berjalan sesuai, suhu kandang untuk ayam umur 1 sampai 14 hari terjaga dalam rentang 25,5°C sampai 32°C dan lampu menyala selama 12 jam. Implementasi sistem otomasi berhasil memperlihatkan kesesuaian dengan *ladder diagram* yang dibuat pada perangkat lunak.

Kata kunci : Otomasi, Suhu, Penerangan, CX-Programmer, CX-Designer.

Pendahuluan

Industri peternakan ayam merupakan salah satu sektor yang memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani bagi populasi manusia yang terus berkembang. Pertumbuhan industri peternakan ayam telah berkembang pesat, terutama dengan penerapan sistem *closed house* berskala besar yang menyediakan lingkungan kandang terkendali untuk produksi ayam [1]. Seiring dengan perkembangan teknologi dan perubahan dalam struktur sosial ekonomi, industri ini dihadapkan pada tantangan baru, terutama dalam hal kurangnya ketersediaan pekerja yang terampil untuk mengelola operasi harian peternakan [2]. Metode pengelolaan yang ada saat ini menjadi kurang efisien dan rentan terhadap ketidakstabilan terhadap pengelolaan operasional harian dengan adanya permasalahan tersebut.

Operasional harian pada peternakan ayam melibatkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan kandang, termasuk suhu dan peneran-

gan untuk memastikan pertumbuhan dan kesehatan ayam yang optimal [3], [4]. Penggunaan perangkat elektronik seperti sensor dan kontroler yang terintegrasi menjadi sebuah sistem otomasi dapat membantu menjalankan kegiatan pemantauan dan pengendalian, sehingga potensi masalah kesehatan ayam dapat dihindari [5], [6]. Sistem otomasi yang menerapkan sistem kendali secara otomatis dalam pengaturan suhu dan penerangan membantu mengoptimalkan pengelolaan peternakan, memungkinkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, pengurangan biaya operasional, serta peningkatan kualitas lingkungan kandang [7], [8]. Hal ini berdampak positif pada pertumbuhan ayam dan menghasilkan ternak berkualitas tinggi.

Penelitian oleh [9] melakukan penyelesaian masalah otomasi di industri dengan biaya rendah dan analisis data yang efektif dengan memanfaatkan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan HMI (*Human Machine Interface*). Implementasi HMI untuk proses pengemasan otomatis berbasis PLC yang dapat dikontrol dan dipantau dari

jarak jauh telah dilakukan oleh [10]. Desain yang diusulkan meminimalkan biaya keseluruhan dengan mengganti sistem kontrol pengawasan dan akuisisi data yang banyak digunakan dengan sensor. Kinerja prototipe yang diimplementasikan dievaluasi melalui beberapa operasi real-time di mana menunjukkan hasil yang sesuai dengan ajuan sistemnya.

HMI telah membawa kemajuan signifikan dalam otomatisasi desain untuk berbagai aplikasi industri. Penghematan biaya operasional secara jangka panjang juga dapat dilakukan dengan mengimplementasikan teknologi otomasi tersebut karena memiliki keuntungan dalam penghematan tenaga kerja [11], [12]. Integrasi teknologi ini memungkinkan pemantauan dan penyesuaian kondisi lingkungan kandang. Sistem otomasi ini juga dapat memperoleh informasi yang lebih tepat secara real-time, bahkan tanpa kehadiran langsung tenaga kerja di lapangan [13]. PLC dan HMI memberikan keuntungan seperti fleksibilitas, implementasi perubahan yang mudah, pengamatan visual, keandalan, pemeliharaan, dokumentasi, dan pencatatan data. Otomasi dapat membuat rekayasa lebih efisien, memakan waktu lebih sedikit, fleksibel, lebih berguna dan interaktif dari sudut pandang operasi. Selain itu, otomatisasi membuat sistem lebih akurat dan dapat bertindak lebih aman serta melindungi peralatan, mesin, dan proses.

Penggunaan PLC bersama sistem HMI tidak hanya berfungsi dalam otomatisasi, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi kesalahan manusia. Pengembangan sistem pemberian makan anjing otomatis telah dilakukan oleh [14], di mana CX-Designer digunakan untuk antarmuka operator dan CX-Programmer untuk logika kontrol menunjukkan aplikasi praktis dari alat ini dalam otomatisasi. Kemampuan untuk merancang antarmuka yang disesuaikan dengan kebutuhan memungkinkan interaksi pengguna yang lebih baik dan pengawasan operasional yang lebih efektif. Salah satunya ditunjukkan dalam desain sistem kontrol lampu lalu lintas menggunakan CX-Designer, yang mengelola arus lalu lintas secara *real-time* dengan efisien [15].

PLC melalui logika *ladder diagram* yang dirancang menggunakan perangkat lunak CX-Programmer, memungkinkan proses otomatisasi yang kompleks dapat dijalankan dengan mudah [16]. CX-Programmer juga menyediakan berbagai fungsi tambahan, seperti timer, counter, dan komparator, yang dapat digunakan untuk memperluas dan memperhalus logika kontrol sesuai kebutuhan spesifik sistem. Perangkat lunak CX-Designer melengkapi kemampuan pemrograman CX-Programmer dengan memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna grafis yang intuitif untuk sistem HMI [17]. Integrasi antara kedua perangkat lunak ini memungkinkan operator memantau dan mengontrol proses otomatis secara efektif. Implementasi dari CX-Programmer dan CX-Designer menunjukkan alat-alat dapat digu-

nakan untuk mengelola operasi sistem, termasuk mode manual dan otomatis, sehingga memastikan keandalan dan efisiensi dalam sistem kendali [18]. Salah satunya desain sistem kontrol suhu yang telah dilakukan oleh [19] mendapat manfaat dari integrasi ini, di mana kedua perangkat lunak tersebut digunakan untuk menciptakan antarmuka pemantauan yang komprehensif.

Pada penelitian yang dilakukan [20] difokuskan pada pengendalian suhu sistem pasteurisasi cair telur menggunakan PLC dan HMI. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu menunjukkan nilai suhu dan tampilan PWM secara *real time*. Nilai suhu di dalam kandang dipantau berdasarkan standar yang ditetapkan, sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Kebutuhan Suhu Berdasarkan Umur Ayam [20]

Umur (hari)	Suhu (° C)
0	33
1-4	32 – 30
4-7	30 – 28
7-14	28 - 25,5
14-21	25,5 – 24
21-28	24 – 22
28-36	22 - 18

Perancangan sistem otomasi selanjutnya diimplementasikan pada penelitian ini yang berfokus pada kendali suhu untuk ayam dengan umur 1 sampai 14 hari, di mana merupakan salah satu waktu yang penting dalam mulainya pertumbuhan ayam secara optimal. Selain berfokus pada pengendalian suhu kandang, sistem otomasi dikembangkan pada pengaturan penerangan dalam kandang. Sistem otomasi diimplementasikan pada ternak ayam tipe *closed house* menggunakan PLC dan HMI sebagai alat pengendali dan pemantauan. Sistem yang dirancang memanfaatkan sensor suhu, di mana hasil pembacaan suhu selanjutnya dikirimkan ke PLC dan secara otomatis PLC mengatur kerja kipas, pendingin ruangan, dan pemanas ruangan untuk menjaga nilai suhu berada di kisaran 25,5°C sampai 32°C, sesuai dengan Tabel 1.

Penerangan yang juga mempengaruhi tumbuh kembang ayam dikendalikan menggunakan PLC secara teratur berdasarkan waktu yang ditentukan, yaitu selama 12 jam. Otomatisasi sistem penerangan ini membantu mengurangi risiko kesalahan manusia, seperti terlambat menyalakan atau mematikan lampu, yang bisa berdampak negatif pada kesejahteraan ternak. Penerapan sistem otomatis yang terintegrasi dapat berefek pada sumber daya listrik juga dapat digunakan secara lebih efisien, karena lampu hanya menyala sesuai jadwal yang telah diprogram. Hal ini berdampak pada efisiensi operasional dapat meningkat, biaya energi berkurang, dan pengelola peternakan dapat lebih fokus pada aspek lain dari pemeliharaan ternak.

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, maka

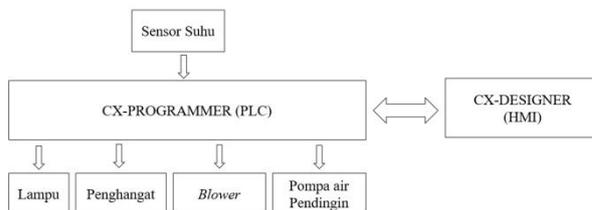
diajukan desain sistem otomasi menggunakan PLC untuk memantau kondisi suhu dan penerangan melalui HMI secara real-time. Diharapkan sistem otomasi dapat mengoptimalkan tumbuh kembang ayam dan dapat meningkatkan kualitas produksi ternak tanpa bergantung pada ketersediaan pekerja.

Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini mencakup pengembangan sistem otomasi untuk kendali suhu dan penerangan pada kandang ayam tipe *closed house*, dengan memanfaatkan PLC dan HMI yang terintegrasi. Sistem ini dirancang untuk menciptakan lingkungan kandang yang optimal bagi pertumbuhan ayam dengan menggunakan sensor suhu sebagai komponen utama. Sensor suhu bertugas mendeteksi perubahan suhu di dalam kandang secara *real-time*. Data suhu yang diperoleh kemudian dikirimkan ke PLC, yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem ini.

PLC bertugas mengatur operasi perangkat keluaran seperti mesin penghangat, kipas, dan pompa air pendingin untuk menjaga suhu kandang dalam batas yang sesuai, yaitu di kisaran $25,5^{\circ}\text{C}$ sampai 32°C . PLC juga mengendalikan nyala lampu di dalam kandang sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, yaitu selama 12 jam di mana waktu di atur nyala dari jam 6 sore hingga jam 6 pagi. HMI digunakan sebagai antarmuka dalam memantau kondisi suhu dan penerangan secara *real-time*. Perancangan dan pengujian sistem otomasi ini dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat lunak CX-Programmer untuk pemrograman berbasis *ladder diagram* dan CX-Designer untuk perancangan tampilan antarmuka pada HMI.

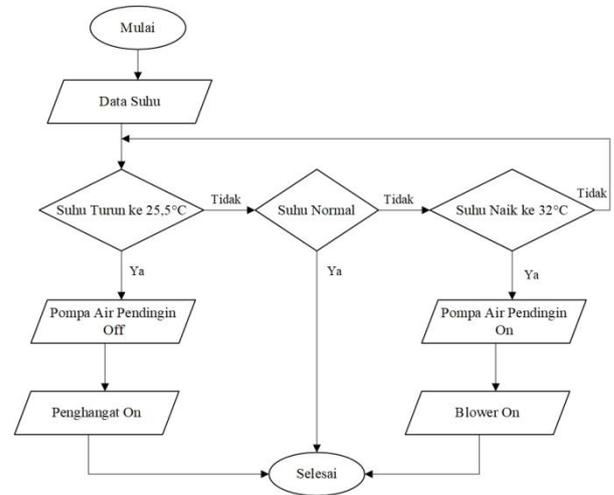
Simulasi memungkinkan verifikasi dan validasi fungsi dari setiap komponen sistem sebelum implementasi nyata dilakukan, sehingga memastikan sistem berjalan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Blok diagram sistem kendali ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Blok Diagram Sistem

Gambar 2 menggambarkan diagram alir sistem kendali suhu kandang yang digunakan untuk menjaga suhu optimal dalam kandang ayam tipe *closed house*. Ketika sensor suhu mendeteksi penurunan suhu hingga mencapai $25,5^{\circ}\text{C}$, sistem secara otomatis mematikan pompa air yang bertugas menyemprotkan air ke sekat-sekat pendingin,

sehingga proses pendinginan dihentikan. Pada saat yang sama, penghangat aktif untuk menaikkan suhu ruangan di dalam kandang. Penghangat ini terus bekerja hingga suhu ruangan kembali mencapai kondisi normal, sesuai yang dideteksi oleh sensor suhu.



Gambar 2: Diagram Alir Sistem Kendali Suhu Ruang

Pada saat sensor suhu mendeteksi kenaikan suhu hingga mencapai 32°C , sistem mengaktifkan pompa air untuk menyemprotkan air ke sekat-sekat pendingin, sehingga pendinginan udara dapat dimulai. Selain itu, kipas juga aktif untuk membantu menurunkan suhu kandang dengan mengeluarkan udara panas dari dalam kandang. Pompa air pendingin dan kipas akan terus bekerja hingga suhu ruangan kembali ke tingkat normal yang aman bagi ayam, sebagaimana dipantau oleh sensor suhu.

Pada perancangan sistem ini, pompa air berperan penting sebagai komponen utama dalam proses pendinginan udara di dalam kandang. Fungsi pompa air adalah menyedot air dari sumber dan menyemprotkannya ke sekat-sekat pendingin yang terpasang di kandang, sehingga udara panas di dalam kandang dapat didinginkan secara efektif. Pompa air diatur dengan siklus waktu hidup dan mati untuk mencegah kelembaban berlebih yang dapat mempengaruhi kesehatan ayam. Pompa air diatur aktif selama 1 menit untuk menyemprotkan air, kemudian mati selama 2 menit agar proses penguapan dan sirkulasi udara berlangsung dengan baik, menjaga keseimbangan kelembaban di dalam kandang.

Kipas yang digunakan pada perancangan ini berjenis *exhaust fan*. Kipas ini berfungsi untuk menyedot udara dalam kandang kemudian dikeluarkan ke luar kandang. Pengaturan interval waktu didasarkan pada perhitungan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan seluruh volume udara di dalam kandang, di mana hal ini bergantung pada dimensi ruangan. Dimensi kandang yang digunakan pada perancangan sistem yaitu panjang

kandang 14 meter, lebar kandang 4 meter, dan tinggi kandang 2,5 meter, dengan kecepatan angin kipas adalah 0,25 m/s, di mana menggunakan satu kipas. Berdasarkan rumus 1 dapat dihitung waktu untuk pergantian udara, atau dalam kata lain proses mengeluarkan seluruh volume udara di dalam kandang, dan kapasitas kipas total didapatkan dari rumus 2.

$$VolumeKandang = P \times L \times T \quad (1)$$

dengan P adalah panjang ruangan (meter), L adalah lebar ruangan (meter) dan T adalah tinggi ruangan (meter). Dari rumus 1 dapat diperoleh volume kandang adalah 140 m³.

Kapasitas kipas total yang digunakan sebesar 9 m³/jam dimana dapat diperoleh berdasarkan rumus 2.

$$KapasitasKipas = kec.anginblower \times L \times T \quad (2)$$

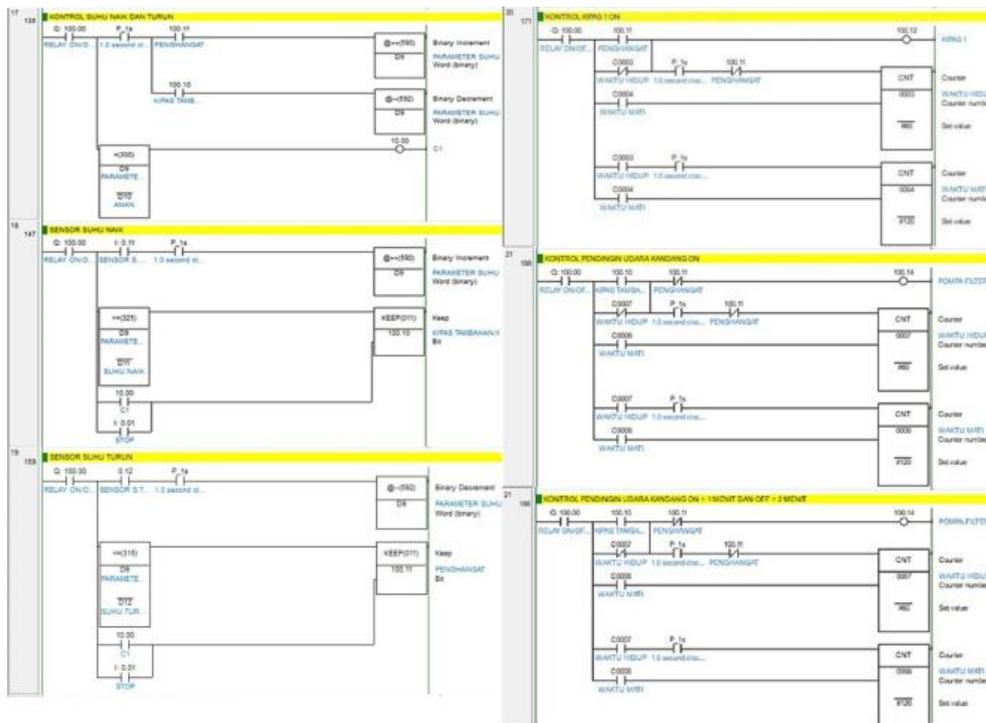
Berdasarkan perhitungan rumus 1 dan 2, selanjutnya dapat dihitung waktu pergantian udara (*Air Exchanged Rate/AER*) dalam kandang menggunakan rumus 3. AER adalah ukuran yang menunjukkan seberapa sering udara di dalam suatu ruangan digantikan dengan udara luar dalam satu jam. AER penting untuk menjaga kualitas udara, mengatur suhu dan kelembapan, serta mengeluarkan kontaminan dari kandang.

$$AER = \frac{volume\ kandang}{kapasitas\ kipas\ total} \times 3600\ detik \quad (3)$$

Berdasarkan rumus 3 diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk pergantian udara di dalam kandang adalah sekitar 56 detik atau kira-kira berkisar 1 menit. Nilai ini kemudian dimasukkan dalam perancangan *ladder diagram* menggunakan CX-Programmer. CX-Programmer yang bertugas menghitung waktu 1 menit untuk mengatur kerja kipas.

Desain Ladder Diagram

Perancangan sistem kendali menggunakan PLC berbasis *ladder diagram* yang dibuat menggunakan perangkat lunak CX-Programmer. *Ladder diagram* dibangun dengan menggabungkan kontak-kontak, yang mewakili kondisi *input*, dan *coil*, yang mewakili *output* dalam logika serial atau paralel untuk mencapai fungsi kontrol yang diinginkan. *Ladder diagram* untuk sistem kontrol suhu pada kandang *closed house* budidaya ternak ayam broiler ditunjukkan pada Gambar 3. Sistem pembacaan suhu menggunakan masukan berupa sensor suhu. Tiga output digunakan untuk mengontrol perangkat yang menyesuaikan suhu, seperti kipas, pompa air untuk pendingin, dan penghangat. Instruksi “*compare*” digunakan untuk membandingkan suhu yang terukur dengan batasan suhu yang telah ditentukan, sementara instruksi “*increment*” dan “*decrement*” mengatur penyesuaian suhu secara bertahap sesuai kebutuhan.



Gambar 3: Ladder Diagram Kendali Suhu Kandang

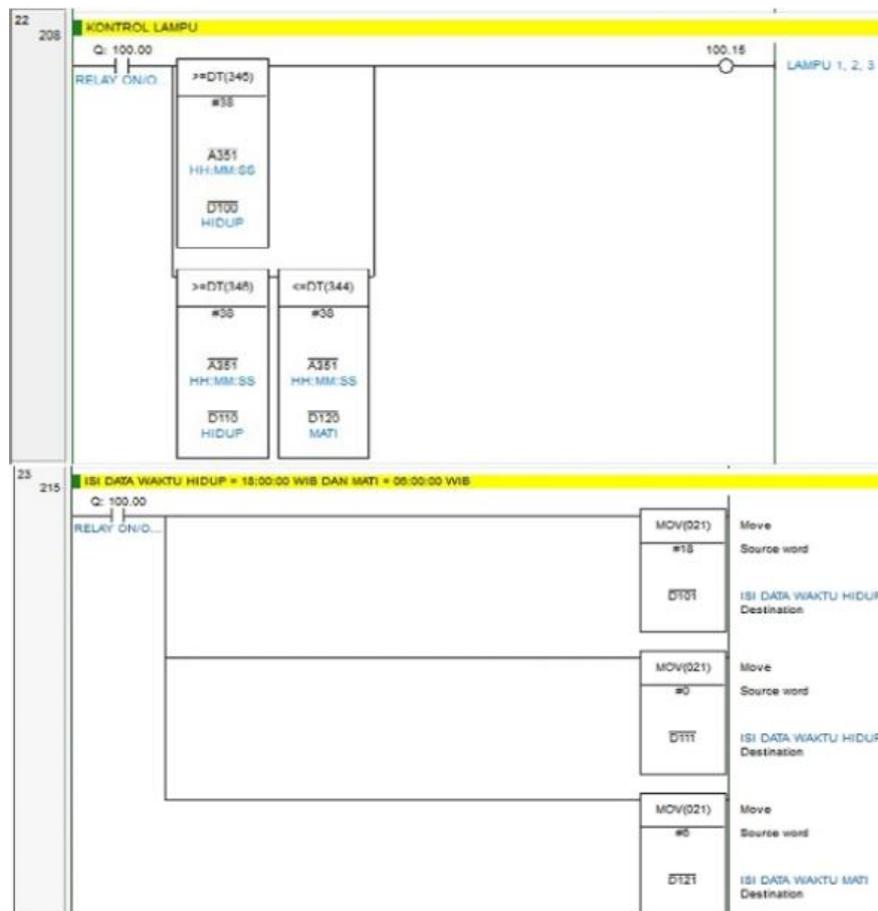
Sistem kontrol kipas dirancang untuk respons cepat terhadap perubahan suhu yang terdeteksi. Ladder diagram untuk kontrol kipas ini menggunakan satu masukan yang terhubung ke sensor suhu, satu output untuk mengaktifkan kipas, dan dua instruksi "counter" yang menghitung durasi kerja kipas. Penggunaan instruksi "counter" ini juga membantu dalam mengelola konsumsi energi dengan mengatur durasi operasi kipas secara efisien.

Kendali pendingin udara menggunakan konfigurasi yang serupa. *Ladder diagram* ini juga terdiri dari satu masukan yang terhubung ke sensor suhu dan satu keluaran yang mengendalikan sistem pendingin udara. Dua instruksi counter digunakan untuk menghitung dan mengatur waktu kerja pendingin, sehingga sistem dapat secara otomatis menyesuaikan operasi pendingin sesuai dengan kebutuhan suhu di dalam kandang. Kombinasi elemen-elemen ini dalam ladder diagram memastikan bahwa seluruh sistem pengaturan suhu bekerja harmonis untuk menjaga kesejahteraan ayam broiler, sambil meminimalkan energi yang terbuang dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Pada bagian kendali penerangan, sistem dirancang agar lampu di dalam kandang dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Perangkat lunak CX-Programmer

dimanfaatkan sebagai pengatur waktu penyalan lampu dengan penggunaan fitur timer yang diatur mulai pukul 6 sore hingga 6 pagi. Sistem ini dirancang untuk memberikan pencahayaan selama 12 jam penuh. Jadwal disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan ayam, terutama pada malam hari, untuk mendukung aktivitas biologis dan pertumbuhan mereka. Pengaturan ini memungkinkan pencahayaan yang konsisten dan optimal tanpa memerlukan intervensi manual dari pengelola peternakan.

Ladder diagram yang digunakan untuk mengendalikan nyala lampu ditunjukkan pada Gambar 4. Diagram ini disusun dengan menggunakan satu keluaran yang terhubung ke lampu, bersama dengan tiga instruksi "compare" untuk membandingkan waktu pada *real-time clock* (RTC) dengan jadwal yang diinginkan. Pada saat RTC sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, instruksi "compare" akan memicu perubahan pada kondisi keluaran. Tiga instruksi "mov" digunakan untuk memindahkan data yang diperlukan guna memastikan bahwa sistem berfungsi secara akurat dan sesuai dengan logika yang dirancang. Kombinasi dari instruksi-instruksi ini memungkinkan kontrol otomatis yang tepat waktu, menjaga lampu tetap menyala atau padam sesuai kebutuhan tanpa perlu pengawasan terus-menerus.



Gambar 4: *Ladder Diagram* Kendali Penerangan Kandang

Setelah ladder diagram selesai dibuat, program dapat diuji melalui simulasi dalam CX-Programmer untuk memastikan bahwa logika kontrol bekerja sesuai dengan desain sebelum diunduh ke PLC untuk implementasi nyata. Selanjutnya desain sistem yang telah diterjemahkan dalam ladder diagram, antarmuka dapat didesain untuk memudahkan dalam pengoperasian sistem kendali.

Desain Antarmuka

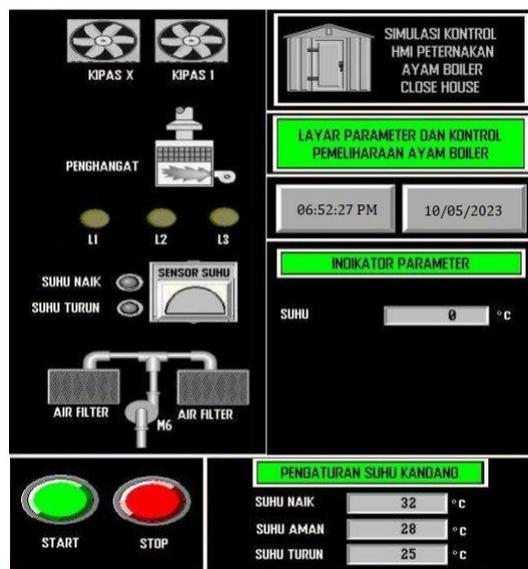
Perancangan antarmuka HMI menggunakan CX-Designer adalah langkah penting dalam mengembangkan sistem otomasi yang interaktif dan mudah digunakan. CX-Designer menyediakan alat untuk merancang antarmuka grafis yang memungkinkan operator untuk memantau dan mengendalikan proses otomatisasi secara real-time. Dalam perancangan ini, elemen-elemen visual seperti tombol, indikator, dan tampilan numerik ditambahkan ke layar antarmuka. Setiap elemen ini kemudian dihubungkan dengan alamat memori spesifik yang telah ditetapkan di PLC, sehingga data dan kontrol dari sistem PLC dapat diintegrasikan langsung ke dalam HMI.

Indikator suhu yang ditampilkan pada HMI akan dihubungkan ke register yang menyimpan data suhu di PLC, memungkinkan operator untuk melihat suhu aktual di kandang ayam secara langsung. Desain antarmuka dapat disesuaikan dengan kebutuhan, seperti penentuan tata letak yang intuitif dan penggunaan kode warna untuk memudahkan identifikasi kondisi sistem. Setelah antarmuka selesai dirancang, CX-Designer menyediakan fitur simulasi untuk menguji interaksi antara HMI dan PLC sebelum implementasi, memastikan bahwa antarmuka berfungsi dengan baik dan siap digunakan di lapangan. Pada sistem otomasi yang dirancang, hubungan antara PLC dan HMI memainkan peran penting dalam memastikan bahwa data dari ladder diagram dapat ditampilkan dan dikendalikan melalui antarmuka HMI. Setiap alamat di ladder diagram, yang mengidentifikasi status atau nilai tertentu dalam sistem, dihubungkan secara langsung ke antarmuka HMI. Koneksi ini dilakukan dengan cara menetapkan alamat-alamat tersebut pada objek-objek yang relevan di HMI, seperti indikator suhu, tombol kendali kipas, dan penghangat. HMI kemudian membaca dan menulis data dari alamat-alamat ini melalui protokol komunikasi yang terintegrasi, memungkinkan operator untuk memantau kondisi sistem secara real-time dan mengendalikan perangkat secara langsung melalui antarmuka yang telah dirancang. Hubungan antara PLC dan HMI memastikan sinkronisasi yang efektif antara logika kendali dan visualisasi pada layar HMI, sehingga operator dapat berinteraksi dengan sistem secara efisien dan akurat.

Gambar 5 menunjukkan desain antarmuka HMI yang dirancang khusus untuk sistem otomasi pada peternakan ayam broiler di kandang closed house

ini. Antarmuka dirancang dengan memperhatikan kemudahan penggunaan dan kejelasan informasi bagi operator, menggunakan berbagai komponen notifikasi yang dibedakan berdasarkan kode warna untuk memberikan umpan balik visual yang jelas dan intuitif.

Antarmuka ini mencakup beberapa indikator penting yang memainkan peran krusial dalam pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan di dalam kandang. Salah satu indikator utama adalah sensor suhu kondisi naik, yang dirancang untuk mendeteksi jika suhu di dalam kandang melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan. Ketika suhu mencapai atau melampaui ambang batas ini, notifikasi berwarna tertentu akan muncul pada antarmuka, memberikan peringatan visual kepada operator untuk segera mengambil tindakan atau membiarkan sistem otomatisasi melakukan penyesuaian yang diperlukan.



Gambar 5: Rancangan Layar Tampilan HMI

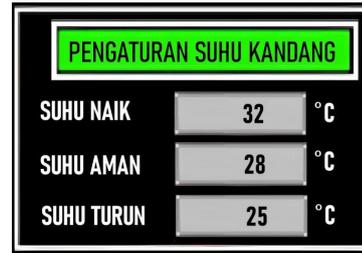
Terdapat indikator untuk sensor suhu, yang berfungsi mendeteksi apabila suhu di dalam kandang turun di bawah batas minimum yang telah ditentukan. Pada kondisi suhu naik, antarmuka memberikan notifikasi visual dengan warna berbeda ketika kondisi ini terdeteksi, memastikan operator dapat dengan cepat mengidentifikasi dan menanggapi perubahan kondisi yang memerlukan penanganan.

Antarmuka HMI dapat digunakan untuk memantau suhu secara real-time, di mana dilengkapi dengan informasi sensor suhu yang menampilkan nilai suhu aktual di dalam kandang. Nilai suhu ini diperbarui secara kontinu, memungkinkan operator untuk selalu mengetahui kondisi terkini di dalam kandang. Antarmuka HMI ini mempermudah operator dalam menjaga lingkungan kandang tetap dalam kondisi optimal dengan informasi yang ditampilkan secara jelas dan akurat, sehingga

mendukung kesejahteraan dan pertumbuhan ayam broiler secara efektif.

Antarmuka untuk mengatur kondisi suhu juga mencakup indikator kipas yang berfungsi menurunkan suhu atau mengeluarkan gas berbahaya dari dalam kandang, serta indikator penghangat yang membantu menaikkan suhu jika diperlukan. Pengaturan suhu dilakukan melalui beberapa masukan, termasuk pengaturan suhu tinggi yang menetapkan batas atas suhu yang dapat diterima, pengaturan suhu aman yang menentukan batas aman untuk kenaikan dan penurunan suhu, serta pengaturan suhu rendah yang menetapkan batas bawah suhu yang diinginkan. Keseluruhan desain ini memungkinkan operator untuk memantau dan mengendalikan suhu kandang secara efisien, memastikan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan ayam.

28°C, dan batas minimum suhu sebesar 25°C

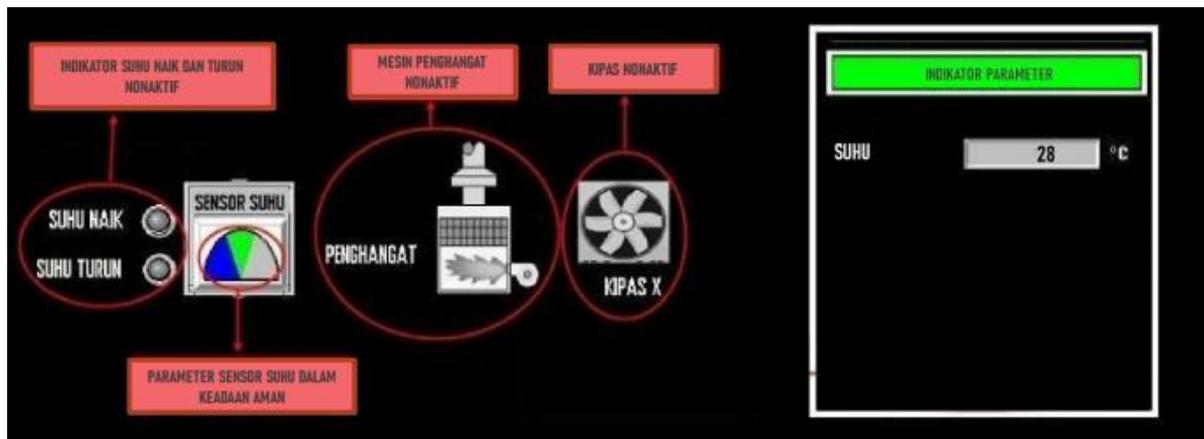


Gambar 6: *Pengaturan Data Suhu Kandang Ayam*

Gambar 6 menunjukkan kondisi suhu normal yaitu 28°C yaitu ditandai dengan kondisi kipas, penghangat, dan pompa air pendingin dalam keadaan mati. Selanjutnya merupakan tampilan HMI CX-Designer pada saat kondisi suhu kandang menurun hingga mencapai 23°C. Hal ini ditandai dengan parameter suhu dalam keadaan kondisi suhu turun berwarna biru, seperti yang tampak pada Gambar 7. Saat terjadi penurunan suhu, mesin penghangat aktif dalam membantu menaikkan suhu ruangan kandang. Selama suhu masih mengalami penurunan, pompa air pendingin udara dinonaktifkan.

Hasil dan Pembahasan

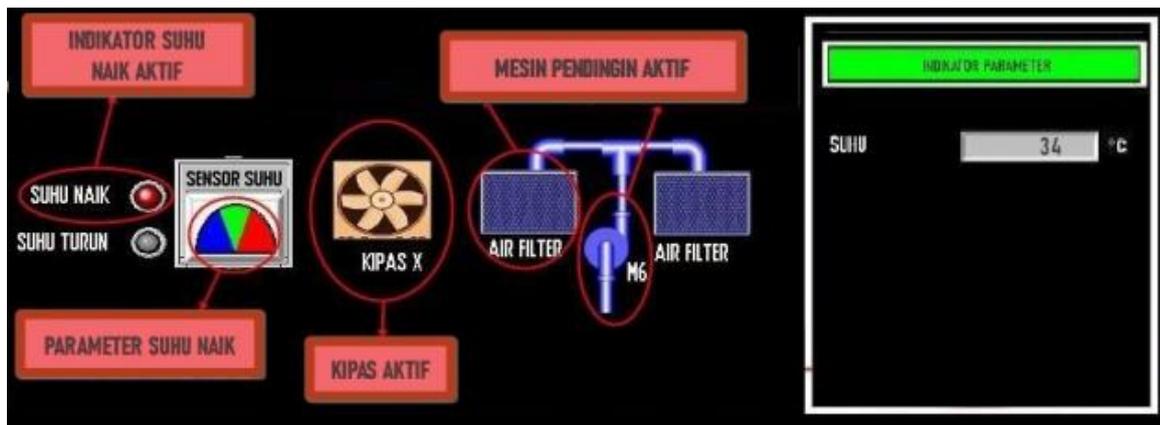
Kerja dari sensor suhu dilakukan dengan simulasi, yaitu memasukkan data suhu melalui tampilan antarmuka di CX-Designer. Pengujian ini dimulai dengan memasukkan data suhu sebagai parameter batas maksimum sebesar 32°C, suhu normal sebesar



Gambar 7: *Tampilan CX-Designer Simulasi Kondisi suhu normal 28°C*



Gambar 8: *Tampilan CX-Designer Simulasi Data Suhu 23°C*



Gambar 9: *How Might We (HMW)*

Mesin penghangat aktif membantu menaikkan suhu ruangan di dalam kandang ditandai dengan perubahan tampilan warna pada simbol tampilan output penghangat, dari warna abu-abu menjadi warna menyala, seperti yang ditunjukkan Gambar 8. Aktifnya mesin penghangat karena sensor suhu kondisi turun aktif mendeteksi adanya perubahan suhu ruang di dalam kandang turun. Aktifnya sensor suhu kondisi turun ditandai dengan perubahan tampilan warna, dari warna abu-abu menjadi warna biru. Mesin pompa air pendingin udara dinonaktifkan, agar suhu ruangan di dalam kandang tidak terlalu lembab atau turun. Nonaktifnya mesin pompa air pendingin udara ditandai dengan output tampilan berwarna abu-abu.

Kondisi simulasi suhu naik hingga mencapai 34°C ditunjukkan pada Gambar 9. Kipas aktif membantu menurunkan suhu ruang kandang ditandai dengan perubahan tampilan warna menjadi warna kemerahan. Pompa air pendingin udara juga aktif ditandai perubahan warna menjadi warna biru. Indikator suhu naik juga dapat dilihat pada tampilan CX-Designer agar memudahkan pekerja memahami kondisi yang terjadi di dalam kandang.

Hasil pengujian pengontrolan suhu kandang ayam secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 2. Jika suhu menunjukkan angka 23° C - 25° C maka penghangat otomatis aktif bekerja guna menstabilkan suhu pada kandang, dan penghangat otomatis berhenti bekerja apabila suhu telah stabil atau melewati angka 25° C. Kipas dan pompa pendingin aktif apabila suhu ruangan melebihi angka 28° C, selanjutnya terus bekerja hingga suhu kembali normal.

Tabel 2: Hasil Pengujian Pengendalian Suhu Kandang Ayam

Suhu	Kipas	Penghangat	Pompa Air Pendingin	Indikator Suhu Naik
23° C	off	on	off	off
25° C	off	on	off	off
28° C	off	off	off	off
30° C	on	off	on	on
32° C	on	off	on	on

Gambar 10 menampilkan desain antarmuka HMI menggunakan CX-Designer yang digunakan untuk mengendalikan sistem penerangan pada kandang ayam broiler. Pada tampilan ini, terdapat tiga simbol output yang masing-masing mewakili lampu penerangan, dengan label L1, L2, dan L3. Setiap simbol ini menggambarkan status operasional dari masing-masing lampu dalam sistem. Ketika lampu berada dalam kondisi aktif, simbol akan berubah menjadi warna kuning cerah, memberikan indikasi visual yang jelas kepada operator bahwa lampu sedang menyala.



Gambar 10: Tampilan CX-Designer Lampu Kondisi Aktif

Sistem penerangan ini dirancang untuk bekerja secara otomatis sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Pada pengaturan ini, lampu akan secara otomatis aktif pada pukul 18:00 WIB dan tetap menyala hingga pukul 06:00 WIB keesokan harinya, memastikan pencahayaan yang optimal selama periode malam hari. Jadwal ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan di dalam kandang, yang penting untuk kesejahteraan ayam broiler terutama selama fase pertumbuhan malam hari.

Penggunaan HMI CX-Designer dalam simulasi ini memungkinkan operator untuk memantau dan mengendalikan sistem penerangan dengan mudah. Operator dapat dengan cepat melihat status setiap lampu dan memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu, antarmuka yang intuitif dengan kode warna yang je-

las meningkatkan efisiensi dalam pengawasan dan pengendalian, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan memastikan bahwa kondisi pencahayaan di dalam kandang selalu optimal. Desain ini tidak hanya meningkatkan fungsionalitas sistem otomasi tetapi juga mempermudah operator dalam mengelola dan memantau kondisi pencahayaan di peternakan secara efektif.

Penutup

Desain sistem otomasi kendali suhu dan penerangan pada kandang ayam broiler tipe closed house dapat dilakukan menggunakan simulasi perangkat PLC dan HMI. PLC sebagai pengendali utama sistem otomasi dan HMI sebagai pemantau. Simulasi menggunakan software CX-Programmer dan CX-Designer telah dilakukan. Hasil simulasi sistem otomasi kendali suhu dan penerangan dalam kandang menunjukkan komponen masukan dan keluaran telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem. Pengendalian suhu ruangan untuk ayam umur 1 sampai 14 hari yaitu dijaga berada di suhu 25,5° C sampai dengan 32° C dimana suhu dalam kandang dapat disesuaikan dengan aktifnya kipas dan pompa air pendingin saat suhu naik, sedangkan saat suhu berada dalam kondisi turun membuat mesin penghangat aktif. Pada sistem penerangan, lampu menyala pada pukul 6 malam sampai 6 pagi. Kondisi sistem otomasi ini berjalan sesuai dengan *ladder diagram* yang dibuat pada CX-Programmer dan dihubungkan dengan CX-Designer, sehingga pemroses berjalan pada CX-Programmer dengan antarmuka yang ditampilkan pada CX-Designer secara *real time*.

Daftar Pustaka

- [1] T. E. Farida, N. D. Hanafi, and M. Tafsini, "Comparative study of broiler chicken performance in closed house and conventional system in North Sumatera," IOP Conf Ser Earth Environ Sci, vol. 977, no. 1, p. 012138, doi: 10.1088/1755-1315/977/1/012138, Jun. 2022.
- [2] S. Neethirajan and B. Kemp, "Digital livestock farming," Sens Biosensing Res, vol. 32, p. 100408, 2021.
- [3] A. N. Fauzan, W. Roessali, and T. A. Sarjana, "Risk Analysis of Broiler Chicken Production in Closed House System Farms with Partnership Patterns in Semarang City," Agrisocioeconomics: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian, vol. 6, no. 1, pp. 58–70, 2022.
- [4] S. Morrone, C. Dimauro, F. Gambella, and M. G. Cappai, "Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions," Sensors, vol. 22, no. 12, p. 4319, doi: 10.3390/s22124319, Jun. 2022.
- [5] C.-S. Chen and W.-C. Chen, "Research and Development of Automatic Monitoring System for Livestock Farms," Applied Sciences, vol. 9, no. 6, p. 1132, doi: 10.3390/app9061132, Mar. 2019.
- [6] Parisa Niloofar, Deena P. Francis, Sanja Lazarova-Molnar, Alexandru Vulpe, Marius-Constantin Vochin, George Suci, Mihaela Balanescu, Vasileios Anestis, and Thomas Bartzanas, "Data-driven decision support in livestock farming for improved animal health, welfare and greenhouse gas emissions: Overview and challenges," Comput Electron Agric, vol. 190, p. 106406, doi: 10.1016/j.compag.2021.106406, Nov. 2021.
- [7] R. Budiarto, N. Kholis Gunawan, and B. Ari Nugroho, "Smart Chicken Farming: Monitoring System for Temperature, Ammonia Levels, Feed in Chicken Farms," IOP Conf Ser Mater Sci Eng, vol. 852, no. 1, p. 012175, Jul. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012175.
- [8] M. Munadi, M. N. Setiawan, A. H. Fauzi, A. Goni, I. Haryanto, and N. Iskandar, "Study of Sensor Placement and Temperature Control Reference Value Based on Computational Fluid Dynamics in Closed-Type Broiler Chicken Cage," in 2022 9th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), IEEE, pp. 90–95. doi: 10.1109/ICITACEE55701.2022.9923960, Aug. 2022.
- [9] Mhetraskar S. S, Swapnil A. Namekar, Rajesh M Holmukhe, and Santosh M. Tamke, "Industrial Automation Using Plc, Hmi and its Protocols Based on Real Time Data for Analysis," International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET), vol. 11, no. 10, pp. 1353–1363, doi: 10.34218/IJARET.11.10.2020.129, 2020.
- [10] R. Bin Mofidul, Md. S. H. Sabbir, A. K. Podder, and M. Shaifur Rahman, "Design and Implementation of Remote Controlling and Monitoring System for Automatic PLC Based Packaging Industry," in 2019 1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT), IEEE, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICASERT.2019.8934779, May 2019.
- [11] A. Setiadi, T. A. Sarjana, S. I. Santoso, and S. Nurfadillah, "Economic analysis comparison between broiler chicken reared in closed house cage and its reared in open house cage," IOP Conf Ser Earth Environ Sci, vol. 803, no. 1, p. 012066, doi: 10.1088/1755-1315/803/1/012066, Jul. 2021.

- [12] S. I. Santoso, T. A. Sarjana, and A. Setiadi, "Income Analysis of Closed House Broiler Farm with Partnership Business Model," *Buletin Peternakan*, vol. 42, no. 2, doi: 10.21059/buletinpeternak.v42i2.33222, May 2018.
- [13] N. Sellier, E. Guettier, and C. Staub, "A Review of Methods to Measure Animal Body Temperature in Precision Farming," *American Journal of Agricultural Science and Technology*, doi: 10.7726/ajast.2014.1008, 2014.
- [14] S. Kostarev and T. Sereda, "Development of a Prototype of an Automated Dog Feeding System," *Design Contruction Maintenance*, vol. 3, pp. 279–284, doi: 10.37394/232022.2023.3.27, Dec. 2023.
- [15] N. Nursalim and S. O. Manu, "Desain System Human Machine Interface (HMI) Lampu Lalu Lintas pada Jalur Simpang Empat Menggunakan Software CX Designer," *Jurnal Media Elektro*, pp. 53–56, doi: 10.35508/jme.v0i0.6204, Jan. 2022.
- [16] R. F. Mustapa, R. Rifin, M. E. Mahadan, and A. Zainuddin, "Interactive Water Level Control System Simulator Based on OMRON CX-Programmer and CX-Designer," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 11, no. 9, pp. 91–99, doi: 10.46338/ijetae0921_11, Sep. 2021.
- [17] T. Hidayat, N. Lestari, J. Waluyo, V. Yudha, and A. B. Asih, "PLC-Based Wax Coating System Planning for Food Packaging Cartons," *TRAKSI*, vol. 23, no. 2, pp. 162–171, 2024.
- [18] S. Suhanto and F. Faizah, "Automatic Transfer Switch (ATS) Using Omron CP1L PLC and Human Machine Interface," *Proceeding of International Conference of Advance Transportation, Engineering, and Applied Social Science*, vol. 2, no. 1, pp. 935–939, doi: 10.46491/icateas.v2i1.1763, Nov. 2023.
- [19] E. S. Koenhardono, J. Prananda, and M. A. Fachruddin, "Design of Temperature Control System of HFO Fuel Type on Ship Based PLC," *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, vol. 3, no. 2, doi: 10.12962/j25481479.v3i2.4065, Dec. 2018.
- [20] T. O. Putri, Rahmadwati, and B. Siswojo, "Temperature control of liquid egg pasteurization system using PLC (programmable logic controller) siemens simatic S7-200 and HMI (human machine interface) simatic HMI panel," in *2014 Electrical Power, Electronics, Communicatons, Control and Informatics Seminar (EECCIS)*, IEEE, pp. 99–104. doi: 10.1109/EECCIS.2014.7003727, Aug. 2014.