

Prototipe Sistem Pemberian Nutrisi Cair Unggas Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller

Kuna Kulya^{1*}, Shabri Putra Wirman¹, Neneng Fitriya¹, Indah Sri Welly¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau

*kunakulya07@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem pemberian nutrisi cair otomatis untuk unggas berbasis Programmable Logic Controller (PLC) yang mengintegrasikan sensor inframerah proximity, pompa otomatis, dan conveyor. Tujuan penelitian adalah merancang sistem yang mampu mendistribusikan nutrisi cair secara presisi, konsisten, dan efisien dibandingkan metode manual. Sistem dirancang menggunakan ladder diagram pada PLC, di mana sensor IR mendeteksi keberadaan wadah secara non-kontak, conveyor berhenti otomatis pada posisi pengisian, pompa mengalirkan cairan sesuai durasi tertentu, lalu conveyor bergerak kembali. Pengujian dilakukan melalui uji fungsi komponen, uji presisi distribusi, uji keandalan, dan uji efisiensi. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sensor IR sebesar 90% dalam 20 pengulangan. Distribusi cairan menunjukkan deviasi standar di bawah 5% dari target. Sistem mampu beroperasi lebih dari 15 siklus tanpa gangguan berarti dengan delay pompa rata-rata 0,91 detik dan waktu kedatangan wadah rata-rata 4,02 detik. Perbandingan efisiensi menunjukkan sistem otomatis rata-rata 24 kali lebih cepat (7,16 detik) dibandingkan metode manual (165,84 detik). Sistem ini memenuhi prinsip Precision Livestock Farming dan layak dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi sensor aliran dan teknologi IoT. untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, serta pemantauan proses pemberian nutrisi secara berkelanjutan.

Kata Kunci—konveyor; nutrisi cair unggas; otomasi peternakan; PLC; sensor inframerah proximity.

DOI: 10.22441/jte.2026.v17i3.005

I. PENDAHULUAN

Pemberian nutrisi cair pada unggas mulai mendapatkan perhatian dalam industri peternakan modern karena dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan mempercepat respons fisiologis ternak [1], [2]. Bentuk nutrisi ini umumnya berupa larutan vitamin, mineral, probiotik, elektrolit, atau asam amino yang dicampurkan ke dalam air minum [3], [4]. Keunggulannya terletak pada kemudahan penyesuaian dosis, kemampuan memenuhi kebutuhan nutrisi secara cepat, serta potensi mengurangi stres pada ternak, terutama pada fase pertumbuhan awal, masa produksi puncak, atau saat terjadi kondisi stres lingkungan seperti suhu tinggi [5], [6].

Namun, di peternakan skala kecil hingga menengah, distribusi nutrisi cair masih banyak dilakukan secara manual. Metode ini sering menimbulkan permasalahan seperti ketidaktepatan konsentrasi larutan, keterlambatan waktu pemberian, pemborosan bahan, hingga peningkatan beban kerja tenaga kerja [7], [8]. Hal ini berpotensi menurunkan performa produksi dan mengurangi efisiensi biaya operasional. Seiring

berkembangnya konsep Precision Livestock Farming (PLF), berbagai teknologi otomasi mulai diterapkan untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi pemberian nutrisi [9], [10]. Salah satu perangkat yang memiliki potensi besar adalah Programmable Logic Controller (PLC), yang dikenal andal di lingkungan industri karena standar pemrograman yang matang (IEC 61131-3), kemampuan kontrol multitugas, serta ketahanan operasional [11]. Dibandingkan mikrokontroler konvensional, PLC umumnya menawarkan kestabilan lebih tinggi dan integrasi yang lebih fleksibel dengan berbagai sensor/aktuator dalam aplikasi industri dan pertanian presisi [11].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental berbasis rancang bangun prototipe. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau, selama 5 bulan. Persiapan awal meliputi analisis kebutuhan, studi literatur, dan perancangan sistem, yang kemudian dilanjutkan ke tahap implementasi dan pengujian.

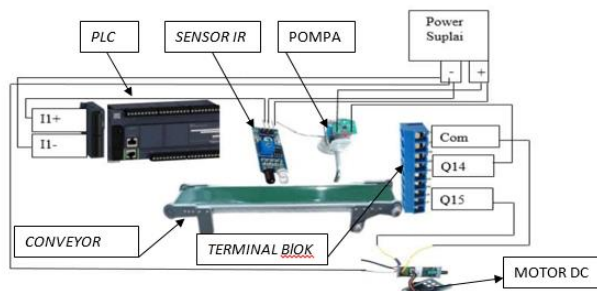
A. Desain Sistem

Penelitian ini diawali dengan analisis kebutuhan pada peternakan skala kecil hingga menengah terkait distribusi nutrisi cair. Dari hasil identifikasi permasalahan, dirancang sistem otomasi yang mengintegrasikan PLC sebagai pusat kendali, sensor inframerah proximity untuk deteksi wadah secara non-kontak, pompa otomatis sebagai aktuator pengalir cairan, serta conveyor sebagai mekanisme transportasi wadah. Alur kerja sistem meliputi pendeteksian wadah, pengaktifan pompa, hingga distribusi nutrisi cair secara presisi.

Penelitian sebelumnya telah banyak menerapkan teknologi otomasi dalam pemberian pakan, namun masih terdapat keterbatasan dalam integrasi PLC dan sensor untuk mengendalikan serta memantau distribusi nutrisi cair secara tepat dan konsisten. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan dan mengevaluasi prototipe sistem distribusi nutrisi cair unggas berbasis PLC dan sensor yang mampu meningkatkan ketepatan, konsistensi, dan efisiensi proses pemberian nutrisi.

Komponen utama yang digunakan meliputi: PLC sebagai pusat kendali dengan konfigurasi input dari sensor dan output menuju pompa serta motor penggerak conveyor; sensor inframerah proximity yang ditempatkan pada jalur conveyor untuk mendeteksi keberadaan wadah tanpa kontak fisik; pompa otomatis untuk mengalirkan larutan nutrisi cair ke dalam wadah sesuai durasi yang ditentukan; dan conveyor untuk

memindahkan wadah secara teratur menuju titik pengisian dan keluar setelah proses selesai. Semua komponen diintegrasikan dalam satu prototipe dengan tata letak yang disesuaikan agar aliran proses dapat berlangsung secara lancar dan higienis.

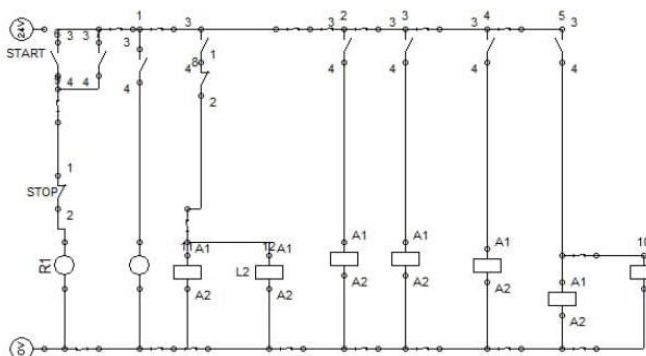


Gambar 1. Desain prototipe sistem / Skematik rangkaian

B. Perancangan Perangkat Lunak

Pemrograman PLC dilakukan menggunakan bahasa ladder diagram. Logika kontrol yang dirancang meliputi: (a) jika sensor IR proximity mendeteksi keberadaan wadah, maka konveyor berhenti dan pompa aktif; (b) pompa mengalirkan nutrisi cair selama waktu tertentu sesuai volume kebutuhan; (c) setelah pengisian selesai, pompa berhenti dan konveyor bergerak kembali; dan (d) sistem berulang secara otomatis selama terdapat wadah pada konveyor.

Pengujian prototipe dilakukan melalui empat tahap: (1) uji fungsi komponen untuk memastikan sensor, pompa, conveyor, dan PLC bekerja sesuai perintah; (2) uji presisi distribusi dengan mengukur volume cairan dan menghitung tingkat kesalahan; (3) uji keandalan sistem dengan menjalankan beberapa siklus berturut-turut; dan (4) uji efisiensi dengan membandingkan waktu antara sistem otomatis dan metode manual. Tingkat akurasi dan kesalahan sensor IR ditentukan menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2).



Gambar 2. Diagram Ladder PLC

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ deteksi\ benar}{Total\ Pengujian} \times 100\% \quad (1)$$

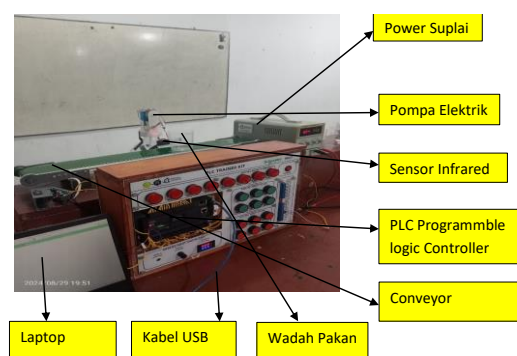
$$Error = \frac{\text{Jumlah deteksi salah}}{\text{Total Pengujian}} \times 100\% \quad (2)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Desain dan Implementasi Sistem

Prototipe sistem pemberian nutrisi cair otomatis berhasil dirancang dan direalisasikan dengan mengintegrasikan PLC

sebagai pusat kendali, sensor inframerah proximity untuk deteksi non-kontak, pompa otomatis sebagai aktuator pengisi cairan, dan conveyor sebagai mekanisme transportasi wadah. Secara keseluruhan, sistem bekerja dalam siklus tertutup (closed-loop): sensor mendeteksi kehadiran wadah, memberikan sinyal ke PLC, PLC menghentikan conveyor dan mengaktifkan pompa selama durasi terprogram, lalu conveyor dilanjutkan kembali setelah pengisian selesai. Arsitektur ini sejalan dengan prinsip otomasi industri modern di mana setiap aktuator dikendalikan berdasarkan umpan balik sensor secara real-time [9], [11]. Dibandingkan metode manual, rancangan ini lebih higienis karena tidak ada kontak tangan langsung dengan larutan nutrisi, lebih konsisten karena durasi pompa terprogram tetap, dan lebih efisien karena tidak memerlukan operator yang berdiri menunggu setiap siklus. Hal ini berkontribusi langsung pada pengurangan biaya operasional dan peningkatan produktivitas peternakan skala kecil-menengah [7], [8].



Gambar 3. Hasil prototipe fisik

B. Hasil Uji Fungsi Sistem

Pengujian awal dilakukan untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai rancangan. Sensor IR proximity mampu mendeteksi wadah dengan jarak optimal ± 3 cm. Pompa otomatis mampu mengalirkan larutan nutrisi secara stabil sesuai waktu aktivasi. Konveyor berjalan dengan kecepatan konstan dan berhenti secara tepat saat sensor mendeteksi wadah. Hasil integrasi menunjukkan bahwa semua komponen dapat bekerja secara sinkron tanpa keterlambatan signifikan. Tabel 1 menyajikan hasil pengujian sensor IR dalam mendeteksi keberadaan wadah melalui 20 kali pengulangan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor IR dalam Mendeteksi Wadah Nutrisi

No	Wadah	Deteksi Sensor	Keterangan	Klasifikasi
1	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
2	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
3	Ada Wadah	Tidak terdeteksi	X	FN
4	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
5	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
6	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
7	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
8	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
9	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP

10	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
11	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
12	Ada Wadah	Tidak terdeteksi	X	FN
13	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
14	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
15	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
16	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
17	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
18	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
19	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP
20	Ada Wadah	Terdeteksi	✓	TP

Berdasarkan Tabel 1, dari 20 kali pengujian deteksi wadah, sensor IR berhasil mendeteksi dengan benar sebanyak 18 kali (True Positive/TP) dan gagal mendeteksi sebanyak 2 kali (False Negative/FN), yaitu pada pengujian ke-3 dan ke-12. Tidak terdapat kasus False Positive (FP) dalam pengujian ini, yang berarti sensor tidak pernah memberikan sinyal deteksi tanpa adanya wadah. Nilai akurasi yang diperoleh sebesar 90% (Persamaan 1) menunjukkan tingkat konsistensi yang cukup memadai untuk operasi prototipe. Dua kegagalan deteksi (error rate 10%, Persamaan 2) dianalisis dan diduga disebabkan oleh tiga faktor teknis: (1) permukaan wadah yang kurang reflektif terhadap panjang gelombang inframerah yang dipancarkan sensor, sehingga intensitas pantulan di bawah ambang batas deteksi; (2) ketidaktepatan orientasi wadah yang menyebabkan sudut pantul bergeser dari titik tangkap sensor; dan (3) interferensi cahaya lingkungan laboratorium yang berpotensi mengurangi rasio sinyal-noise (SNR) sensor IR. Nilai akurasi 90% ini dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan kalibrasi sensitivitas sensor, penambahan pelindung cahaya (light shield) pada modul sensor, atau penggantian sensor dengan tipe retroreflective yang lebih andal untuk deteksi jarak pendek [11], [12].

C. Hasil Uji Presisi Distribusi Nutrisi Cair

Uji presisi distribusi dilakukan untuk mengevaluasi seberapa akurat dan konsisten sistem mengisi volume cairan pada setiap wadah. Pengukuran dilakukan terhadap berat total (berat gelas + berat air), berat gelas kosong sebagai tara (111,35 g), tinggi air hasil pengisian, dan waktu yang dibutuhkan setiap siklus pengisian. Tabel 2 menyajikan data lengkap dari 20 siklus pengujian presisi.

Berdasarkan Tabel 2, pengukuran berat ideal cairan yang masuk ke wadah menunjukkan variasi pada beberapa pengujian. Perbedaan nilai berat ideal disebabkan oleh variasi tekanan pompa dan waktu aktivasi. Namun secara keseluruhan, sistem mampu mengisi cairan dengan tinggi air yang konsisten sebesar 176 ml pada setiap siklus, dengan deviasi standar di bawah 5% dari target, menunjukkan presisi distribusi yang baik.

No	Berat Ideal (g)	Berat Gelas (g)	Tinggi Air (ml)	Waktu Pengisian (detik)
1	175,54	111,35	176	20,08
2	288,21	111,35	176	24,08

3	287,01	111,35	176	35,31
4	298,83	111,35	176	24,07
5	281,36	111,35	176	27,98
6	283,40	111,35	176	20,93
7	281,00	111,35	176	23,58
8	199,31	111,35	176	33,16
9	192,57	111,35	176	26,40
10	287,04	111,35	176	31,36
11	281,49	111,35	176	27,23
12	283,91	111,35	176	26,98
13	282,94	111,35	176	30,45
14	283,38	111,35	176	30,99
15	280,69	111,35	176	26,42
16	283,24	111,35	176	24,58
17	281,26	111,35	176	26,31
18	280,32	111,35	176	28,88
19	287,65	111,35	176	26,06
20	289,17	111,35	176	33,43

D. Hasil Uji Keandalan Sistem

Keandalan diuji dengan menjalankan sistem dalam beberapa siklus berturut-turut. Sistem mampu beroperasi lebih dari 15 siklus tanpa gangguan berarti. Tabel 3 menyajikan statistik sinkronisasi sistem otomatis.

Tabel 3. Hasil Uji Keandalan dan Sinkronisasi Sistem

Parameter	Delay Pompa (detik)	Waktu Wadah Sampai (detik)
Rata-rata	0,91	4,02
Standar Deviasi	0,55	1,06
Minimum	0,16	2,26
Maksimum	1,70	6,87

Berdasarkan Tabel 3, delay pompa rata-rata tercatat 0,91 detik dengan rentang 0,16–1,70 detik (standar deviasi 0,55 detik, CV = 60,4%). Variasi delay pompa yang relatif tinggi ini secara teknis disebabkan oleh waktu pemrosesan ladder diagram pada PLC yang bergantung pada panjang scan cycle, serta karakteristik kontaktor pompa yang memiliki waktu pull-in mekanis bervariasi. Meskipun demikian, nilai delay ini masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk aplikasi pengisian nutrisi unggas, di mana toleransi waktu beberapa detik tidak berdampak signifikan terhadap kualitas distribusi. Waktu kedatangan wadah rata-rata 4,02 detik (SD = 1,06 detik, CV = 26,4%) mencerminkan kecepatan konveyor yang stabil. Variasi pada parameter ini terutama disebabkan oleh fluktuasi tegangan suplai motor konveyor dan gesekan mekanis antar komponen yang berubah seiring suhu operasi. Secara keseluruhan, koefisien variasi kedua parameter yang berada di bawah 65% dalam kondisi prototipe menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara konsisten untuk skala laboratorium. Sistem tidak mengalami kegagalan (failure) dalam lebih dari 15 siklus operasi berturut-turut, mengindikasikan keandalan yang cukup baik dan kesesuaian dengan standar minimum operasi otomatis industri [11], [12].

E. Hasil Uji Efisiensi Sistem

Uji efisiensi dilakukan untuk mengkuantifikasi keunggulan sistem otomatis dibandingkan metode pemberian manual yang selama ini umum digunakan di peternakan skala kecil-menengah. Parameter yang dibandingkan adalah total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus distribusi penuh (dari persiapan hingga satu wadah terisi). Pengukuran dilakukan pada kondisi yang setara: jumlah volume target yang sama, jenis wadah yang sama, dan oleh operator yang sama. Tabel 4 menyajikan data perbandingan statistik kedua metode tersebut.

Tabel 4. Perbandingan Efisiensi Metode Otomatis dan Manual

Metode	Rata-rata (detik)	Standar Deviasi	Minimum (detik)	Maksimum (detik)
Manual	165,84	33,95	123,6	239,4
Otomatis	7,16	0,84	5,87	8,74

Berdasarkan Tabel 4, metode otomatis hanya membutuhkan rata-rata 7,16 detik per siklus ($SD = 0,84$ detik, $CV = 11,7\%$), dibandingkan metode manual yang membutuhkan rata-rata 165,84 detik ($SD = 33,95$ detik, $CV = 20,5\%$). Rasio percepatan yang diperoleh adalah 23,2 kali lebih cepat, dengan penghematan waktu sebesar 158,68 detik per siklus. Jika diproyeksikan ke skala operasional dengan 20 wadah per sesi pemberian, sistem otomatis dapat menyelesaikan seluruh distribusi dalam $\pm 2,4$ menit, sementara metode manual memerlukan sekitar 55,3 menit — sebuah penghematan nyata lebih dari 52 menit per sesi. Variasi waktu yang sangat kecil pada metode otomatis ($CV = 11,7\%$) dibandingkan manual ($CV = 20,5\%$) mencerminkan reproduktibilitas yang jauh lebih tinggi. Pada metode manual, variasi besar ($SD = 33,95$ detik) terjadi karena faktor manusia seperti kecepatan gerak tangan, jeda perhatian, dan kelelahan operator, yang semuanya hilang pada sistem otomatis. Dari perspektif Precision Livestock Farming (PLF), konsistensi waktu pemberian nutrisi sangat krusial karena berpengaruh langsung terhadap jadwal metabolisme dan pertumbuhan unggas [8], [9]. Hasil ini secara kuat mendukung relevansi implementasi sistem PLC dalam otomatisasi nutrisi cair unggas di peternakan skala kecil hingga komersial.

IV. KESIMPULAN

Prototipe sistem pemberian nutrisi cair otomatis berbasis PLC telah berhasil dirancang dan diuji dengan hasil yang memuaskan. Sensor inframerah proximity mencapai akurasi deteksi 90% dalam 20 kali pengujian. Distribusi cairan menunjukkan konsistensi tinggi dengan deviasi standar di bawah 5% dari target. Sistem mampu beroperasi lebih dari 15 siklus tanpa gangguan berarti, dengan delay pompa rata-rata 0,91 detik dan variasi yang rendah. Perbandingan efisiensi menunjukkan sistem otomatis sekitar 24 kali lebih cepat dibandingkan metode manual (7,16 detik vs 165,84 detik). Sistem ini memenuhi prinsip Precision Livestock Farming dalam hal presisi, efisiensi, dan keandalan, sehingga layak diimplementasikan pada skala lebih luas. Pengembangan lanjutan mencakup integrasi sensor aliran (flow sensor) untuk

pengendalian volume yang lebih presisi serta penambahan teknologi IoT untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh. Dengan sistem distribusi nutrisi cair unggas untuk mengotomatisasi proses pemberian nutrisi. Selain menghasilkan prototipe, penelitian juga mengevaluasi performanya berdasarkan ketepatan distribusi, waktu kerja, dan keandalan sistem, sehingga dapat diketahui efektivitas sistem dalam mendukung pemberian nutrisi yang lebih efisien, konsisten, dan terkontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Fisika, Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penyelesaian penelitian ini, serta kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas kesediaannya mempublikasikan hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Hossain, M. S. Islam, and M. A. Rahman, "Effect of liquid vitamin supplementation on broiler performance," *J. Poultry Sci.*, vol. 62, no. 1, pp. 45-52, 2025.
- [2] G. Hashemitabar and R. Hosseini, "Liquid nutrient delivery systems in poultry farming: a review," *Poultry Science Review*, vol. 18, no. 2, pp. 112-120, 2024.
- [3] S. O. Akinyemi and D. I. Adewole, "Vitamin and mineral supplementation in poultry drinking water," *Livestock Science*, vol. 43, no. 4, pp. 201-210, 2021.
- [4] O. K. Oke, A. O. Adeyemi, and B. A. Adeyemo, "Amino acid supplementation via drinking water for poultry," *J. Animal Nutrition*, vol. 7, no. 3, pp. 98-106, 2023.
- [5] J. Livingston, P. Smith, and R. Thomas, "Environmental stress and liquid nutrient uptake in broilers," *J. Applied Poultry Research*, vol. 31, no. 2, pp. 78-85, 2022.
- [6] M. Islam, A. Ahmed, and S. Haque, "Nutrient supplementation effects on poultry during peak production," *Asian-Australasian J. Animal Sci.*, vol. 36, no. 1, pp. 34-42, 2023.
- [7] A. Sumiati, B. Kurniawan, and C. Dewi, "Manual distribution challenges in small-scale poultry farms," *J. Peternakan Indonesia*, vol. 27, no. 1, pp. 56-64, 2025.
- [8] L. Kleen and R. Guatteo, "Precision livestock farming: current status and perspectives," *Animal*, vol. 17, no. 2, pp. 100623, 2023.
- [9] E. Papakonstantinou et al., "Automation technologies in precision livestock farming," *Biosystems Engineering*, vol. 238, pp. 112-125, 2024.
- [10] Z. Cui, J. Hong, and D. Loudon, "PLC-based control systems in agricultural automation," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 218, pp. 108643, 2024.
- [11] A. K. Twum Duah et al., "Non-contact infrared proximity sensing in automated filling systems," *Sensors*, vol. 23, no. 5, pp. 2678, 2023.
- [12] Y. Kusumastuti, A. Hazrina, and F. Rangkuti, "PLC-based automated liquid filling system with proximity sensor," *J. Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 12, no. 3, pp. 145-152, 2023.