

**OPTIMALISASI MESIN PENGEMASAN KERAMIK MELALUI INTEGRASI
SENSOR FOTOELEKTRIK OMRON E3Z-T81 DAN PLC OMRON SYSMAC CP1L**

Diva Sandy Abhiseka Ramadhan¹, Arief Wisaksono^{1*}, Akhmad Ahfas¹, Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam No.250, Pagerwaja,
Gelam, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271 *

*Email: ariefwisaksono@umsida.ac.id

ABSTRAK

Proses pengemasan keramik pada industri manufaktur memerlukan sistem yang presisi untuk menjamin kesesuaian jumlah produk dalam setiap kemasan serta mencegah kerusakan pada proses produksi berikutnya. Penelitian ini bertujuan memodifikasi mesin packing keramik melalui penerapan sensor fotoelektrik Omron E3Z-T81 yang terintegrasi dengan PLC Omron Sysmac CP1L guna meningkatkan akurasi pendeteksian jumlah keramik sebelum proses pengemasan. Penelitian dilakukan menggunakan metode penelitian terapan dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, integrasi perangkat keras, pemrograman PLC, dan pengujian langsung pada mesin produksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi jumlah keramik sesuai standar, kurang dari standar, maupun melebihi standar secara konsisten. Ketika terjadi ketidaksesuaian jumlah keramik, PLC secara otomatis menghentikan mesin dan mengaktifkan buzzer sebagai alarm, sedangkan pada kondisi normal proses pengemasan tetap berlangsung tanpa gangguan. Modifikasi yang dilakukan meningkatkan keandalan proses pendeteksian jumlah keramik, mengurangi potensi kesalahan pengemasan, serta mendukung proses otomasi yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci: mesin packing, otomasi industri, PLC, sensor fotoelektrik, keramik

ABSTRACT

The ceramic packaging process in the manufacturing industry requires a precise system to ensure the correct number of products in each package and to prevent damage during subsequent production processes. This study aims to modify a ceramic packaging machine by implementing an Omron E3Z-T81 photoelectric sensor integrated with an Omron Sysmac CP1L PLC to improve the accuracy of ceramic count detection prior to the packaging process. The research was conducted using an applied research method, involving the following stages: needs analysis, system design, hardware integration, PLC programming, and direct testing on the production machine. The test results showed that the system was able to consistently detect whether the number of ceramic pieces met the standard, was below the standard, or exceeded the standard. When a discrepancy in the number of ceramic pieces occurs, the PLC automatically stops the machine and activates a buzzer as an alarm, while under normal conditions, the packaging process continues without interruption. The modifications made improve the reliability of the ceramic piece count detection process, reduce the potential for packaging errors, and support a safer and more efficient automation process.

Keywords: *packing machine, industrial automation, PLC, photoelectric sensor, ceramics*

PENDAHULUAN

Industri manufaktur modern menuntut proses pengemasan yang cepat, presisi, dan konsisten. Kesalahan jumlah produk pada proses packing dapat menyebabkan penurunan kualitas, peningkatan biaya produksi, serta kerusakan pada peralatan otomatis. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah mengembangkan sistem pendeteksian berbasis sensor dan PLC untuk meningkatkan keandalan proses pengemasan (Namekar *et al.*, 2020).

Dalam industri keramik ini, efisiensi dan ketepatan dalam proses pengemasan merupakan aspek penting yang sangat memengaruhi kualitas produk dan tingkat produktivitas. Salah satu tahapan krusial dalam lini produksi adalah proses pembagian dan pengemasan keramik, di mana jumlah keramik yang dikemas harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan (Hadist *et al.*, 2026). Pada umumnya, mesin packing keramik dirancang untuk melakukan pembagian otomatis, misalnya membagi dalam jumlah 5:5 per kemasan. Namun, dalam praktiknya sering terjadi ketidaktepatan pembagian akibat keterbatasan sistem deteksi pada mesin, sehingga jumlah keramik yang dikemas dapat menjadi tidak konsisten, seperti 6:4 atau bahkan lebih parah (Zhang *et al.*, 2024).

Ketidaksesuaian jumlah keramik tidak hanya menyebabkan distribusi produk menjadi tidak konsisten, tetapi juga berpotensi menimbulkan beban berlebih pada mesin pelipat kardus sehingga meningkatkan resiko kerusakan peralatan, penghentian proses produksi (*downtime*), serta meningkatnya biaya operasional. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem pendeteksian yang mampu memverifikasi jumlah keramik secara otomatis sebelum proses pengemasan dilakukan (Hadist *et al.*, 2026).

Selain merusak mesin, hal ini juga meningkatkan risiko *downtime* produksi, mengharuskan intervensi manual, serta berpotensi menimbulkan penurunan efisiensi dan peningkatan biaya operasional secara keseluruhan.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah modifikasi mesin packing dengan penambahan 2 sensor fotoelektrik Omron E3Z-T81 yang dikendalikan oleh Program Logic Kontrol (PLC). Sensor ini memiliki kemampuan deteksi yang presisi dan cepat dalam membaca objek

yang lewat di depannya. Dengan implementasi sensor ini, mesin akan mendapatkan input yang akurat terkait jumlah keramik yang telah terdistribusi ke jalur pengemasan, sehingga sistem dapat menghentikan mesin secara otomatis (mekanisme emergency) dan operator mengatur ulang jika jumlah keramik kurang atau lebih (Anshory *et al.*, 2024).

Efek dari penerapan solusi ini di antaranya adalah peningkatan akurasi jumlah keramik yang dikemas, penurunan tingkat kesalahan distribusi produk, serta pengurangan risiko kerusakan pada mesin pelipat kardus akibat kelebihan isi. Selain itu, sistem ini memungkinkan monitoring dan kontrol proses produksi yang lebih andal dan efisien, serta memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas dan konsistensi produk akhir, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan produktivitas (Priyana *et al.*, 2026).

Tujuan dari modifikasi ini adalah untuk meningkatkan akurasi pembagian jumlah keramik oleh alat pembagi otomatis, sehingga setiap kemasan menerima jumlah keramik yang sesuai dengan standar. Dengan dukungan teknologi sensor yang tepat, seperti sensor fotoelektrik Omron E3Z-T81 yang dikontrol oleh Program Logic Control (PLC), proses deteksi jumlah keramik yang diukur melalui ketinggiannya dapat dilakukan secara real-time dan lebih andal (Kothona *et al.*, 2024). Hal ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan pembagian, menjaga konsistensi proses produksi, serta meningkatkan efisiensi kerja mesin dalam memenuhi kebutuhan output industri secara optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan (*applied research*) yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan nyata di lapangan melalui pengembangan sistem teknologi otomatisasi industri (Febrian *et al.*, 2025). Jenis penelitian yang dilakukan adalah pengembangan prototipe sistem kendali otomatis, dengan fokus pada perancangan, penerapan dan analisa sistem pendeteksi jumlah keramik secara real-time menggunakan sensor fotoelektrik Omron E3Z-T81, yang terintegrasi dengan sistem kontrol berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Omron Sysmac CP1L.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dan

rekayasa eksperimental, di mana seluruh proses dimulai dari identifikasi permasalahan pada sistem pembagi otomatis, perancangan solusi teknis, hingga implementasi dan pengujian sistem secara langsung di lingkungan mesin packing (Wang *et al.*, 2024). Data kuantitatif yang diambil meliputi tingkat akurasi pendeteksian jumlah keramik oleh sensor, waktu respons sistem, dan frekuensi kesalahan sebelum dan sesudah modifikasi dilakukan.

Analisa Sistem

Dalam pelaksanaannya, penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan eksperimental, yang bertujuan mengukur secara objektif efektivitas sistem baru melalui data nyata di lapangan. Setiap penelitian memiliki tahapan dalam pelaksanaannya (Sugiarta *et al.*, 2025).

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Keramik Diamond Industries, yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang manufaktur keramik skala industri, dengan fasilitas produksi yang mencakup proses pembentukan, pembakaran, hingga pengemasan produk keramik siap jual. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas Lingkungan kerja di PT. Keramik Diamond Industries memungkinkan dilakukan pengujian sistem secara langsung dalam kondisi operasi produksi yang nyata.

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak bulan September hingga November 2023. Alat, bahan dan perangkat yang digunakan dalam projek ini yakni:

Alat :

- Laptop (untuk aplikasi CX Program)
- Tang potong
- Las (untuk memasang penyangga sensor)
- AVO Meter
- Obeng / Tespen

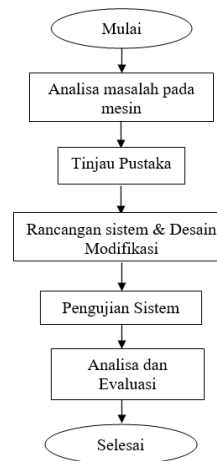
Bahan :

- Sensor Omron E3Z – T81 = 2 Buah
- PLC Omron Sysmac CP1L
- Besi Penyangga (yang sudah dicustom) = 4 Buah
- Kabel

Prosedur penelitian ini mengadopsi metode kombinasi sifat eksperimental-rekayasa, terapan, dan berbasis kuantitatif, penelitian ini tidak hanya menganalisis teori,

tetapi juga menguji dan membuktikan solusi nyata dalam lingkungan industri. Hal tersebut menjadikan hasil penelitian validitas tinggi, baik secara teknis maupun aplikatif, dan siap dikembangkan lebih lanjut pada mesin di industri skala besar (Sahuri *et al.*, 2021). Alur dari Tahapan penelitian direncanakan seperti flowchart dibawah ini.

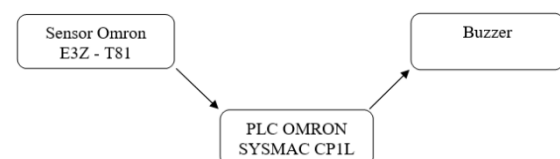
Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa sistem ini dirancang untuk menciptakan jalur kontrol otomatis yang mampu mendeteksi jumlah unit keramik (misalnya 5 keramik per kemasan) secara *real-time* dan menghentikan/tata ulang proses apabila terjadi kelebihan atau kekurangan. Sensor E3Z-T81 (tipe *through-beam — emitter + receiver*) digunakan sebagai alat deteksi utama yang memancarkan dan menerima sinyal inframerah, dengan respons sangat cepat (≤ 1 ms) dan keandalan tinggi pada permukaan reflektif [88 kHz]. Sinyal logis dari sensor diumpankan ke PLC Omron (misalnya seri CP1L atau CP1H) melalui input digital. lalu menerima sinyal *reset/restart* untuk menghindari kesalahan pembagian.

Blok Diagram



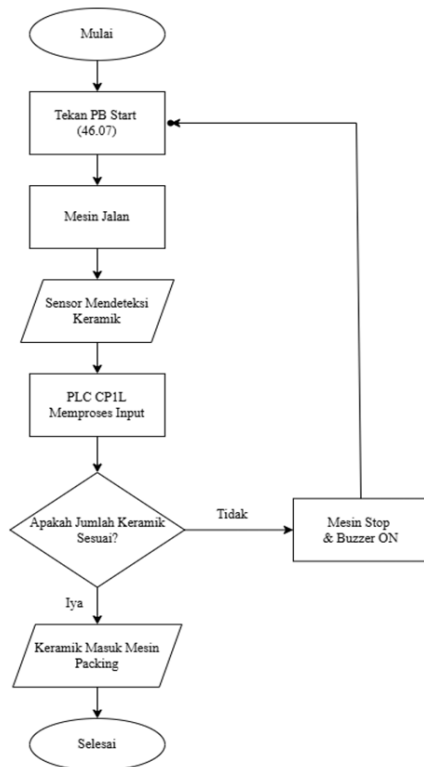
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Flowchart pada Gambar 2 diatas menjelaskan alur pada blok diagram

1. Sensor E3Z-T81 Tipe through-beam distance-set, PNP output, tegangan 12–24 VDC, respon ≤ 1 ms, IP67, tahan oli. Ideal untuk deteksi unit keramik hingga 5–100 mm per unit dengan stabilitas tinggi terhadap cahaya luar dan interferensi.
2. PLC Omron Sysmac Cp1l Menyediakan input untuk counter tipe high-speed (hingga 5 kHz), mendukung instruksi CNT, CNTR, dan reset logika yang dapat dikustomisasi melalui ladder logic.

Buzzer menyala saat keramik melebihi jumlah

Blok Diagram



Gambar 3. Flowchart Sistem

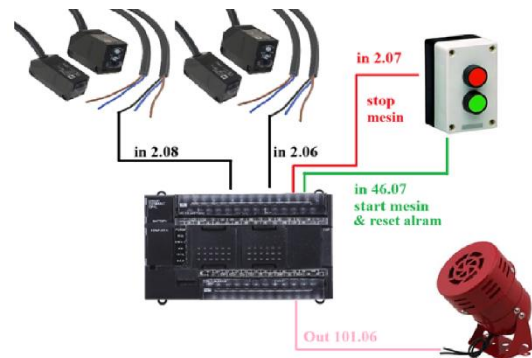
Flowchart pada Gambar 3 tersebut menggambarkan urutan kerja sistem otomatis pada mesin packing keramik yang telah dimodifikasi menggunakan sensor dan PLC sebagai pengendali utama. Proses dimulai dari kondisi Mulai, kemudian operator menekan Push Button Start (alamat 46.07) untuk menjalankan mesin. Setelah perintah start diterima, mesin akan mulai beroperasi dan proses distribusi keramik berjalan menuju jalur

packing. Selanjutnya, sensor mendeteksi keberadaan keramik dan jumlah keramik yang melewati area pembacaan. Data dari sensor kemudian dikirimkan ke PLC Omron CP1L untuk diproses sebagai sinyal input sistem kontrol.

PLC akan melakukan proses logika dengan membandingkan kondisi jumlah keramik terhadap standar yang telah ditentukan. Pada tahap ini terdapat keputusan utama yaitu Apakah jumlah keramik sesuai standar? Jika jumlah keramik sesuai, maka sistem mengizinkan keramik untuk melanjutkan proses ke mesin packing, sehingga proses berjalan normal hingga tahap selesai. Namun jika jumlah keramik tidak sesuai (terjadi kelebihan atau kekurangan), maka PLC akan memberikan perintah untuk menghentikan mesin secara otomatis dengan memutus interlock mesin, mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan kepada operator

Setelah kondisi kesalahan diperbaiki oleh operator, sistem akan kembali ke tahap Push Button Start untuk menjalankan mesin kembali, sehingga alur membentuk siklus kerja berulang selama proses produksi berlangsung.

Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Rangkaian Perangkat Keras

Pada Gambar 4 diatas ini merupakan perancangan perangkat keras modifikasi mesin packing tersebut, sistem menggunakan PLC Omron CP1L sebagai pusat kendali utama yang berfungsi menerima sinyal input dari sensor dan push button, kemudian mengolahnya untuk menghasilkan output berupa alarm buzzer dan perintah kerja mesin. Dua buah sensor fotoelektrik dipasang pada jalur keramik, di mana sensor dengan alamat input 2.08 digunakan untuk mendeteksi kondisi jumlah keramik berlebih, sedangkan sensor dengan alamat input 2.06 digunakan untuk mendeteksi

kondisi jumlah keramik kurang. Kedua sensor ini mengirimkan sinyal ke PLC sebagai parameter pengecekan kesesuaian jumlah keramik sebelum masuk ke proses packing.

Sistem juga dilengkapi dengan push button yang terhubung ke PLC, yaitu push button stop mesin pada alamat input 2.07, serta push button start mesin dan reset alarm pada alamat input 46.07. Selain itu, perintah stop dan start mesin juga dapat dilakukan melalui HMI yang terhubung pada alamat yang sama, sehingga operator memiliki fleksibilitas dalam pengoperasian mesin. Output PLC pada alamat 101.06 dihubungkan dengan buzzer sebagai indikator peringatan apabila terjadi kesalahan jumlah keramik.

Dengan konfigurasi rangkaian ini, PLC dapat mengendalikan sistem secara otomatis berdasarkan kondisi sensor, sehingga mesin dapat dihentikan ketika terjadi ketidaksesuaian jumlah keramik dan dijalankan kembali setelah kondisi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil pengumpulan data Pengujian yaitu pengujian kecepatan respon sensor diseting melalui potensio yang ada disamping sensor dengan data yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 dibawah ini.

Tabel 1. Pengujian Respon Sensor atas >5

No	Sensitifitas Sensor Atas > 5	Uji 1		Uji 2		Uji 3		Uji 4		Uji 5	
		Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon
1	25%	cukup	lambat	cukup	lambat	cukup	Sangat lambat	cukup	Sangat lambat	cukup	lambat
2	50%	baik	sedang	baik	cepat	baik	sedang	baik	sedang	baik	sedang
3	75%	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat
4	100%	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat

Tabel 2. Pengujian Respon Sensor Bawah <5

No	Sensitifitas Sensor bawah < 5	Uji 1		Uji 2		Uji 3		Uji 4		Uji 5	
		Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon	Akurasi	Respon
1	25%	cukup	lambat	cukup	Sangat lambat	cukup	lambat	cukup	lambat	cukup	lambat
2	50%	baik	sedang	baik	cepat	baik	sedang	baik	sedang	baik	sedang
3	75%	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat	baik	cepat
4	100%	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat	Sangat baik	Sangat cepat

Berdasarkan hasil pengujian, pengaturan sensitivitas potensio berpengaruh langsung terhadap kecepatan respon dan tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi jumlah keramik yang kurang dari standar. Hasil dari tabel 1 dan 2 menunjukkan pada pengaturan 25%, sensor

masih memiliki sensitivitas rendah sehingga respon deteksi cenderung lambat dan akurasi hanya cukup. Kondisi ini terjadi karena jarak baca sensor belum optimal untuk mendeteksi perubahan ketinggian keramik secara konsisten.

Ketika pada pengaturan 50%, sensor mulai menunjukkan peningkatan performa dengan akurasi yang baik dan respon sedang hingga cepat. Hal ini menandakan bahwa sensor sudah mampu membaca objek dengan lebih stabil, meskipun masih terdapat sedikit keterlambatan pada kondisi tertentu.

Pada pengaturan 75%, performa sensor semakin optimal dengan respon cepat dan akurasi baik pada setiap pengujian. Sensor mampu mendeteksi kondisi kekurangan keramik secara konsisten tanpa kesalahan yang berarti.

Pada pengaturan 100%, sensor menunjukkan performa terbaik dengan tingkat akurasi sangat baik dan respon sangat cepat. Pada kondisi ini, sensor mampu memberikan sinyal ke PLC secara real-time ketika jumlah keramik kurang dari standar, sehingga sistem dapat segera melakukan tindakan pengamanan (Ali *et al.*, 2024).

Pengujian Keseluruhan



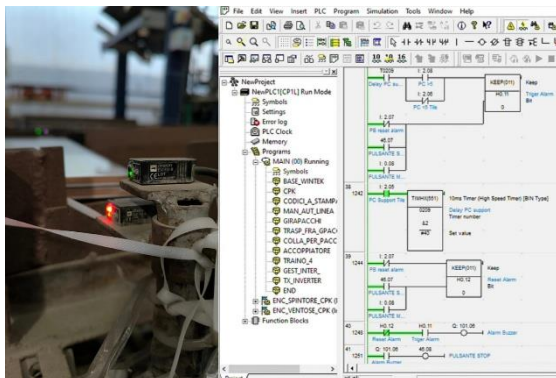
Gambar 5. Hasil Modifikasi Penambahan Sensor

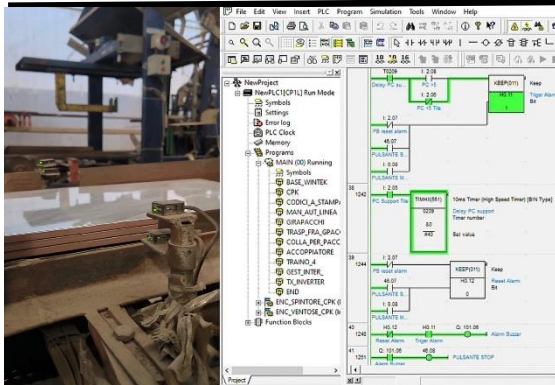
Pada Gambar 5 diatas menunjukkan hasil modifikasi mesin dengan penambahan dua buah sensor yang dipasang pada bagian rangka penyangga conveyor untuk mendeteksi jumlah keramik sebelum masuk ke proses pengemasan. Sensor diposisikan secara mekanis menggunakanudukan yang telah disesuaikan

agar ketinggian deteksi dapat diatur sesuai kondisi produk di lapangan (Siddique, 2025). Penambahan sensor ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pendeteksian jumlah keramik sehingga kesalahan jumlah dapat diminimalkan sebelum masuk ke tahap pengemasan.

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, baik perangkat keras berupa sensor, PLC, dan aktuator alarm maupun perangkat lunak berupa program kontrol pada PLC, dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan perancangan (Novan *et al.*, 2026). Pada tahap ini, sistem yang telah dimodifikasi diuji secara langsung pada mesin produksi sebenarnya untuk mensimulasikan kondisi operasional nyata di lingkungan industri. Pengujian meliputi kemampuan sensor dalam mendeteksi kondisi jumlah keramik kurang dan lebih, proses pembacaan sinyal oleh PLC, serta respon sistem berupa penghentian mesin dan aktivasi buzzer sebagai indikator kesalahan.

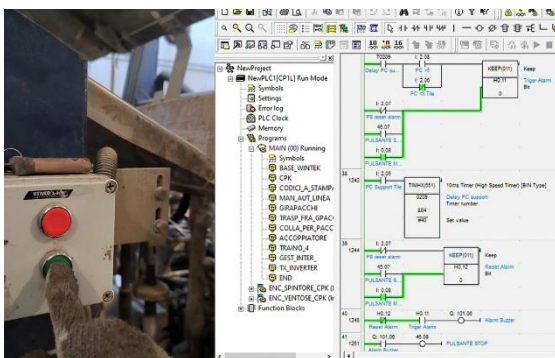
Beberapa skenario pengujian diterapkan, antara lain kondisi jumlah keramik sesuai standar, jumlah keramik kurang dari ketentuan, serta jumlah keramik melebihi kapasitas yang ditentukan. Setiap kondisi diamati respon sistemnya, termasuk kecepatan deteksi sensor, kestabilan pembacaan sinyal, serta fungsi alarm yang dihasilkan (Reports, 2026). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor fotoelektrik mampu mendeteksi objek pada jalur conveyor secara konsisten sebagai bagian dari sistem otomatisasi industri.





Gambar 8. Pengujian Saat jumlah keramik kurang dari 5

Pada Gambar 8 menunjukkan kondisi jumlah keramik kurang dari 5, sensor bawah tidak membaca tinggi atau jumlah tumpukan belum memenuhi standar yang telah ditentukan. Tidak adanya sinyal dari sensor PLC segera memproses sesuai logika program yang telah dirancang. Setelah teridentifikasi adanya kekurangan jumlah, sistem secara otomatis menghentikan mesin untuk mencegah proses packing berjalan dengan jumlah produk yang tidak sesuai. Bersamaan dengan itu, buzzer akan aktif sebagai indikator peringatan kepada operator bahwa terjadi kekurangan muatan keramik. Mesin akan tetap dalam keadaan berhenti sampai dilakukan pengecekan dan penyesuaian jumlah keramik, kemudian operator menekan tombol reset atau start untuk menjalankan kembali sistem.



Gambar 9. Pengujian Saat Reset buzzer dan menjalankan mesin kembali

Pada Gambar 9 diatas menunjukkan kondisi sistem ketika alarm aktif akibat ketidaksesuaian jumlah keramik, sehingga buzzer menyala sebagai indikator peringatan kepada operator. Pada saat kondisi ini terjadi, mesin berada dalam kondisi berhenti (stop) karena PLC mendeteksi adanya kesalahan

jumlah keramik melalui sensor input yang telah diprogram. Buzzer tetap menyala karena sistem menggunakan fungsi latch (keep) untuk mempertahankan kondisi alarm sampai dilakukan tindakan oleh operator.

Selanjutnya operator menekan push button (PB) reset yang terhubung ke input PLC untuk mematikan buzzer sekaligus mereset status alarm pada sistem. Setelah tombol reset ditekan, kondisi latch alarm akan dilepas sehingga buzzer berhenti berbunyi dan sistem kembali ke kondisi normal (standby) dan melanjutkan proses produksi. Proses ini menunjukkan bahwa sistem pengaman dan kontrol bekerja sesuai perancangan, yaitu memberikan peringatan saat terjadi kesalahan, menghentikan mesin untuk mencegah kerusakan, serta memungkinkan operator mengoperasikan kembali mesin secara aman setelah kondisi diperbaiki (Calvin *et al.*, 2026).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memodifikasi mesin packing keramik melalui integrasi sensor fotoelektrik Omron E3Z-T81 dan PLC Omron Sysmac CP1L untuk meningkatkan akurasi pendeteksian jumlah keramik sebelum proses pengepakan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi kondisi jumlah keramik sesuai standar, kurang dari standar, maupun melebihi standar, kemudian memberikan respons berupa penghentian mesin dan aktivasi buzzer sebagai peringatan ketika terjadi ketidaksesuaian. Penerapan sistem ini meningkatkan keandalan proses pengepakan, mengurangi potensi kesalahan jumlah produk, serta mendukung proses otomatisasi yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A. H., El-Kammar, R. A., Ali Hamed, H. F., Elbaset, A. A., & Hossam, A. (2024). Smart monitoring technique for solar cell systems using internet of things based on NodeMCU ESP8266 microcontroller. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 14(2), 2322–2329. <https://doi.org/10.11591/ijece.v14i2.pp2322-2329>
- Anshory, I., Jamaaluddin, J., Wisaksono, A., & Sulistiyowati, I. (2024). Results in Engineering Optimization DC-DC boost

- converter of BLDC motor drive by solar panel using PID and firefly algorithm. *Results in Engineering*, 21(March 2023), 101727.
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101727>
- Calvin, M., Saputra, D., Alfaresi, B., & Ardianto, F. (2026). *Pemodelan Prediksi Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Algoritma K-Nearest Neighbor Berbasis Faktor Lingkungan*. 11(01), 12–19.
- Febrian, D. E. P., Wisaksono, A., Anshory, I., & Jamaaluddin, J. (2025). SISTEM MONITORING GAS DAN SUHU PADA BIOGAS DIGESTER UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KOMPOR. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 13(2), 122–129.
- Hadist, M. M., Sulistiyowati, I., Syahririni, S., & Falah, A. H. (2026). SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN OTOMATIS BERBASIS FUZZY UNTUK KELAYAKAN REUSE AIR DRAIN MESIN RETORT. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 14(1), 38–52.
- Kothona, D., Anastasiadis, A. G., Chrysagis, K., Christoforidis, G. C., & Bouhouras, A. S. (2024). EVs in Distribution Networks - Optimal Scheduling and Real-Time Management. *IEEE Access*, 12(July), 108313–108327.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3438242>
- Namekar, S. A., Tamke, S. M., & Head, T. (2020). *INDUSTRIAL AUTOMATION USING PLC , HMI AND ITS PROTOCOLS BASED ON REAL TIME*. 11(10), 1353–1363.
<https://doi.org/10.34218/IJARET.11.10.2020.129>
- Novan, A., Rivandy, M., & Wisaksono, I. A. (n.d.). *3-Phase Automatic Transfer Switch Panel Prototype as an IoT- Based Household Backup System*. 1–7.
- Priyana, F. R., Fikri, M., Setiawan, R. A., Nur, M., Elekrro, J. T., Teknik, F., Lampung, U., Lampung, B., & Mesuji, K. (2026). *Peningkatan Kompetensi Otomasi Industri Melalui Pelatihan Programmable Logic Controller (PLC) bagi Teknisi Pabrik Tapioka di Simpang Pematang Kabupaten Mesuji, Provinsi Lampung*. 1–9.
- Rahayu, S., Aji, S. B., Fitra, A., Feriaty, S. R., & Wiyatno, T. N. (2025). *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan Method at PT . XYZ*. 9(4), 2322–2334.
- Reports, S. (2026). *Scientific Reports Article in Press First demonstration of lead free CsSnI 3 on GaN hybrid heterostructure for dual mode , broadband and self powering photo sensing IN IN*.
- Sahuri, M. A., S, D. H. R., & Wisaksono, A. (2021). *RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KONDISI SUHU TUBUH DAN JANTUNG*. 26, 68–79.
- Siddique, G. A. (2025). *A Novel Approach for the Design and Implementation of Digital and Analog IC Tester*. December, 19–21.
- Sugiarta, M. S., Sulistiyowati, I., & Anshory, I. (2025). *Designing a Flexible Charging System Prototype for Electric Car Sunroofs Using 100wp Solar Panels Based on IoT*. 9(2), 113–122.
- Tang, Z., Yang, Y., & Blaabjerg, F. (2022). Power electronics: The enabling technology for renewable energy integration. *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, 8(1), 39–52.
<https://doi.org/10.17775/CSEJJPES.2021.02850>
- Wang, R., Li, Y., Yang, F., Wang, Z., Dong, J., Yuan, C., & Lu, X. (2024). PLC based laser scanning system for conveyor belt surface monitoring. *Scientific Reports*, 14(1), 27914.
- Zhang, T., Wang, G., Xue, C., Wang, J., Nixon, M., & Han, S. (2024). Time-sensitive networking (TSN) for industrial automation: Current advances and future directions. *ACM Computing Surveys*, 57(2), 1–38.