

Menurunkan Frekuensi Kerusakan Dispenser Alkohol dari Rata Rata 3 Kali/Bulan Menjadi 0 Kali/Bulan pada Bulan April 2026

Denisse Pratiwi^{1*}, Yowanda Wulandari², Junaedi³

¹⁻³ PT Indofood Fortuna Makmur, KabupatenTangerang, Banten

*Corresponding email: yowendari@gmail.com

Abstrak: Dispenser alkohol sanitizer merupakan titik kendali penting dalam penerapan higiene di akses masuk area produksi PT Indofood Fortuna Makmur. Berdasarkan 508 kejadian ketidakpatuhan sanitasi tangan, kerusakan dispenser berkontribusi sebesar 28% dan menjadi faktor teknis utama yang dapat dikendalikan. Evaluasi menunjukkan rata-rata kerusakan tiga kali per bulan yang disebabkan oleh ketahanan sensor infrared terhadap paparan alkohol yang rendah, posisi sensor berada pada jalur semprotan nozzle, serta penggunaan baterai AA yang tidak kontinu. Tim SMART Lite melakukan perbaikan melalui penggantian sensor menjadi proximity, relokasi mounting sensor, penggunaan adaptor DC 5V permanen, dan penerapan interlock pintu berbasis Arduino sebagai poka-yoke Engineering Control. Implementasi tersebut menurunkan kerusakan menjadi 0 kali/bulan dengan pencapaian target 100%, menekan biaya operasional dari Rp2.920.000 menjadi Rp5.567/bulan, serta meningkatkan verifikasi kepatuhan sanitasi menjadi 100%. Investasi Rp950.000 menghasilkan payback period kurang dari satu bulan.

Kata kunci: baterai AA, dispenser alkohol, higiene, proximity.

Abstract: The alcohol sanitizer dispenser serves as an important hygiene control point at the entrance to the production area of PT Indofood Fortuna Makmur. Based on 508 hand sanitation non-compliance incidents, dispenser malfunction accounted for 28% and represented the main controllable technical factor. Evaluation revealed an average malfunction frequency of three times per month, caused by insufficient infrared sensor resistance to alcohol exposure, sensor positioning within the nozzle spray path, and the use of non-continuous AA batteries. The SMART Lite Team implemented improvements by replacing the infrared sensor with a proximity sensor, relocating the sensor mounting position, installing a permanent 5V DC adapter, and implementing an Arduino-based door interlock system as a poka-yoke Engineering Control. These improvements reduced dispenser malfunctions from three to zero occurrences per month, achieving the 100% target, while reducing operational costs from IDR 2,920,000 to IDR 5,567 per month and increasing verified hand sanitation compliance to 100%. The IDR 950,000 investment achieved a payback period of less than one month.

Keywords: AA batteries, alcohol dispenser, hygiene, proximity.

PENDAHULUAN

Departemen Produksi menempatkan higiene personal karyawan sebagai salah satu titik kendali paling mendasar dalam proses produksi. Di antara seluruh prosedur higiene yang diwajibkan, aplikasi alkohol sanitizer sebelum memasuki area produksi merupakan tindakan pencegahan kontaminasi biologis yang langsung — karena tangan adalah media kontak utama antara manusia dan produk maupun permukaan produksi. Berdasarkan data berikut ada beberapa penyebab karyawan tidak menggunakan alkohol dengan benar.

Tabel 1.1 Penyebab karyawan tidak menggunakan alkohol dengan benar

No	Faktor Penyebab Ketidakpatuhan	Jumlah Kejadian	% dari total	% Kumulatif
1.	Alat tidak berfungsi/rusak saat digunakan	20	40%	40%
2.	Tidak ada pengawas di titik masuk	14	28%	68%
3.	Karyawan melewati prosedur (tidak cuci tangan sama sekali)	9	18%	86%
4.	Karyawan terburu-buru	6	12%	98%
5.	Lain-lain (alkohol habis, dll)	1	2%	100%
	Total	50	100%	

Berdasarkan data pareto, penyumbang terbesar ketidakpatuhan ada 3 faktor utama, yakni: alat rusak, tidak adanya pengawas, dan karyawan tidak cuci tangan sama sekali. Selanjutnya

kami menganalisa bagian dispenser yang sering rusak. Sebelumnya proses sanitasi tangan karyawan sebelum memasuki area produksi terdiri dari tiga tahap berurutan: cuci tangan dengan sabun 15 detik → keringkan dengan hand dryer → gunakan dispenser alkohol sanitizer. Dispenser alkohol yang digunakan adalah unit otomatis berbasis sensor dengan sumber daya baterai AA 4 pcs.

Tabel 1.2 Kondisi alat pada wastafel 1

Desc	Jumlah	Januari		Februari	
		Oke	Rusak	Oke	Rusak
Keran	6	6	0	6	0
Dispenser sabun	3	3	0	3	0
Dispenser alkohol	3	2	1	0	3

Kontaminasi silang dapat terjadi melalui tangan yang tidak menerapkan higiene secara baik, sehingga mikroorganisme dari tangan atau sumber kontaminasi lainnya dapat berpindah ke makanan maupun permukaan yang bersentuhan dengan pangan (Utami, 2022).

Sanitasi tangan merupakan salah satu aspek penting dalam pengendalian mikroorganisme dan pencegahan kontaminasi. Salah satu metode sanitasi tangan yang banyak digunakan adalah *alcohol-based hand rub* (ABHR). Penerapan ABHR dapat menjadi alternatif dalam kondisi tertentu dan memiliki efektivitas dalam menurunkan beban mikroorganisme pada tangan. Hasil *systematic review* menunjukkan bahwa efektivitas ABHR dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain volume penggunaan, waktu aplikasi, gesekan saat penggunaan, dan ukuran tangan. Peningkatan volume ABHR juga berhubungan dengan peningkatan reduksi beban bakteri, meskipun dapat memperpanjang waktu pengeringan (Price *et al.*, 2022).

Selain efektivitas antimikroba, ketersediaan fasilitas ABHR juga berkaitan dengan kepatuhan terhadap higiene tangan. Picheansanthian dan Chotibang (2015) melaporkan bahwa ketersediaan larutan berbasis alkohol dapat meningkatkan kepatuhan terhadap praktik higiene tangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberadaan fasilitas sanitasi yang mudah digunakan merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung penerapan higiene tangan secara konsisten. Keandalan fasilitas higiene merupakan aspek penting dalam mendukung penerapan sanitasi tangan secara konsisten karena fasilitas yang tersedia harus mudah diakses, nyaman, dan dapat digunakan secara berkelanjutan (World Health Organization, 2025).

Dalam konteks lingkungan produksi pangan, keberlangsungan fungsi dispenser sanitizer menjadi penting karena kerusakan alat dapat menghambat akses pekerja terhadap fasilitas sanitasi. Oleh karena itu, peningkatan keandalan dispenser melalui perbaikan sensor, sumber daya, dan sistem kontrol akses dapat menjadi bagian dari upaya meningkatkan keberlangsungan penerapan higiene tangan.

Studi Literatur Teknologi Pendukung

1. Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek tanpa memerlukan kontak langsung. Penggunaan sensor ini banyak diterapkan pada sistem otomatisasi karena memungkinkan proses dikendalikan berdasarkan keberadaan objek yang terdeteksi (Kumar & Tripathi, 2021).

Purba dan Roza (2022), mengembangkan sistem *handsanitizer* dan *handwash* otomatis menggunakan sensor proximity berbasis Arduino. Pada penelitian tersebut, sensor proximity digunakan untuk mendeteksi keberadaan tangan, sedangkan Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengolah data untuk mengendalikan sistem pengeluaran

cairan secara otomatis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan penerapan sensor proximity sebagai input pada sistem sanitasi tangan otomatis.

Konsep tersebut sesuai dengan penerapan pada penelitian ini, yaitu penggunaan sistem sensor untuk mendukung proses pemberian alkohol sanitizer secara otomatis. Namun, penelitian SMART Lite tidak hanya berfokus pada otomatisasi dispenser, tetapi juga melakukan penyesuaian posisi sensor agar tidak berada pada jalur langsung semprotan nozzle sehingga diharapkan dapat meningkatkan keandalan operasional alat.

2. Arduino sebagai Mikrokontroler

Arduino merupakan platform mikrokontroler yang dapat digunakan untuk mengolah masukan dari sensor dan mengendalikan keluaran berdasarkan program yang telah ditentukan. Dalam sistem otomatisasi, Arduino dapat berfungsi sebagai pusat pengendalian yang menghubungkan sensor dengan aktuator (Batubara & Hutabarat, 2025).

Purba dan Roza (2022), menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pengolah data pada sistem *handsanitizer* otomatis berbasis sensor proximity. Penggunaan tersebut menunjukkan bahwa Arduino dapat mengintegrasikan sistem deteksi dengan mekanisme pengeluaran cairan secara otomatis.

Dalam penelitian lain, Ridhani dan Sutjipto mengembangkan *smart doorlock system* berbasis Arduino dan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendalian sistem akses pintu. Hal tersebut menunjukkan bahwa Arduino dapat diterapkan tidak hanya pada sistem sanitasi, tetapi juga pada sistem pengendalian akses.

Berdasarkan penelitian tersebut, Arduino pada proyek SMART Lite digunakan sebagai pusat pengendalian sistem interlock. Input dari sistem sanitasi digunakan sebagai kondisi pengendalian, kemudian Arduino memberikan perintah kepada mekanisme akses pintu sesuai dengan logika sistem yang telah ditentukan.

Konsep tersebut dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem *door interlock* yang menghubungkan proses sanitasi tangan dengan akses fisik menuju area produksi. Sistem dirancang agar akses masuk dapat dikendalikan berdasarkan terpenuhinya kondisi sanitasi yang telah ditetapkan. Dengan demikian, interlock berfungsi sebagai *poka-yoke* yang mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan manusia dan mengintegrasikan kepatuhan sanitasi ke dalam mekanisme akses.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan metode perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) untuk menurunkan frekuensi kerusakan dispenser alkohol sanitizer pada akses masuk area produksi PT Indofood Fortuna Makmur. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, analisis kondisi aktual, analisis akar penyebab, perencanaan dan implementasi perbaikan, evaluasi hasil, serta standarisasi.

Tahap identifikasi masalah dilakukan dengan mengumpulkan dan merekapitulasi data ketidakpatuhan prosedur sanitasi tangan. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan diagram Pareto untuk menentukan faktor penyebab dominan. Dari total 508 kejadian ketidakpatuhan, kerusakan alat memberikan kontribusi sebesar 28% dan ditetapkan sebagai fokus perbaikan.

Analisis kondisi aktual dilakukan dengan mengidentifikasi proses sanitasi tangan yang terdiri atas tiga tahapan, yaitu mencuci tangan menggunakan sabun selama 15 detik, mengeringkan tangan menggunakan hand dryer, dan menggunakan dispenser alkohol sanitizer. Pemeriksaan terhadap dispenser dilakukan untuk mengetahui bagian yang mengalami gangguan serta kondisi operasional alat.

Selanjutnya, analisis akar penyebab dilakukan menggunakan diagram Fishbone. Faktor yang teridentifikasi meliputi komponen bawaan yang tidak tahan terhadap paparan alkohol, posisi sensor yang berada pada jalur langsung semprotan nozzle, serta sistem sumber daya menggunakan baterai yang menyebabkan dispenser tidak beroperasi ketika daya habis.



Berdasarkan akar penyebab tersebut, dilakukan empat tindakan perbaikan, yaitu penggantian sensor infrared bawaan dengan sensor photoelectric, relokasi posisi mounting sensor agar tidak sejajar dengan nozzle, penggantian sumber daya baterai AA dengan adaptor DC 5V permanen, serta penerapan sistem interlock pintu berbasis Arduino sebagai poka-yoke Engineering Control.

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan setelah implementasi perbaikan. Parameter yang digunakan meliputi frekuensi kerusakan dispenser per bulan, pencapaian target, biaya operasional, tingkat kepatuhan sanitasi tangan yang terverifikasi sistem, nilai investasi, dan payback period. Tahap akhir dilakukan melalui standarisasi, sosialisasi, dan tindak lanjut terhadap sistem perbaikan yang telah diterapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Awal

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa penerapan sanitasi tangan merupakan bagian penting dari higiene personal sebelum karyawan memasuki area produksi. Proses sanitasi dilakukan secara berurutan melalui pencucian tangan dengan sabun selama 15 detik, pengeringan menggunakan hand dryer, dan penggunaan alkohol sanitizer.



Berdasarkan rekapitulasi 508 kejadian ketidakpatuhan prosedur sanitasi tangan, kerusakan dispenser memberikan kontribusi sebesar 28%. Kondisi tersebut menjadikan kerusakan dispenser sebagai salah satu faktor teknis utama yang dapat dilakukan intervensi melalui perbaikan pada sistem dan komponen alat. Frekuensi kerusakan dispenser sebelum dilakukan perbaikan tercatat rata-rata tiga kali per bulan.

2. Analisis Akar Penyebab

Analisis menggunakan diagram Fishbone menunjukkan beberapa penyebab utama kerusakan dispenser. Pertama, sensor infrared bawaan memiliki keterbatasan terhadap kondisi basah dan paparan alkohol. Kedua, posisi sensor berada pada jalur langsung semprotan nozzle sehingga sensor berpotensi terkena paparan cairan secara berulang. Ketiga, sistem sumber daya bawaan menggunakan empat baterai AA sehingga dispenser dapat berhenti beroperasi ketika daya baterai habis.

Selain kerusakan alat, data Pareto menunjukkan bahwa tidak adanya pengawas di titik masuk juga memberikan kontribusi sebesar 28% terhadap ketidakpatuhan. Kondisi tersebut mendorong tim untuk tidak hanya memperbaiki keandalan dispenser, tetapi juga mengembangkan mekanisme pengendalian yang dapat memastikan kepatuhan sanitasi tanpa bergantung sepenuhnya pada pengawasan manusia.

3. Implementasi Perbaikan

Perbaikan dilakukan melalui empat intervensi utama. Pertama, sensor infrared bawaan diganti dengan sensor proximity yang digunakan untuk meningkatkan keandalan sistem deteksi. Kedua, posisi mounting sensor direlokasi lebih keluar dan tidak sejajar dengan nozzle sehingga sensor tidak berada langsung pada jalur semprotan. Ketiga, sumber daya baterai AA diganti dengan adaptor DC 5V permanen. Perubahan ini bertujuan menjaga kontinuitas sumber daya sehingga dispenser tidak berhenti beroperasi akibat baterai habis. Keempat, diterapkan sistem interlock pintu berbasis Arduino sebagai poka-yoke dan Engineering Control. Sistem ini mengubah pendekatan pengendalian dari pengawasan administratif menjadi pengendalian rekayasa, yaitu akses fisik dapat dikendalikan berdasarkan kepatuhan terhadap prosedur sanitasi tangan.

4. Hasil Evaluasi

Implementasi perbaikan menghasilkan penurunan frekuensi kerusakan dispenser dari rata-rata tiga kali per bulan menjadi nol kali per bulan. Dengan demikian, target proyek untuk menurunkan frekuensi kerusakan menjadi nol kali per bulan tercapai dengan pencapaian target sebesar 100%.

Dari aspek biaya, penerapan perbaikan juga memberikan perubahan yang signifikan. Biaya operasional yang sebelumnya sebesar Rp2.920.000 per bulan turun menjadi Rp5.567 per bulan. Total investasi untuk implementasi perbaikan sebesar Rp950.000 dengan payback period kurang dari satu bulan. Selain aspek keandalan alat dan biaya, penerapan sistem interlock memberikan peningkatan pada pengendalian kepatuhan sanitasi tangan. Sebelum penerapan sistem, kepatuhan belum dapat dimonitor secara sistematis. Setelah perbaikan, kepatuhan sanitasi tangan dapat diverifikasi oleh sistem dengan pencapaian 100%.

Hasil perbaikan menunjukkan bahwa penerapan teknologi otomatisasi dapat mendukung pengendalian higiene tangan sekaligus meningkatkan keandalan fasilitas sanitasi. Pada kondisi awal, kerusakan dispenser menjadi salah satu faktor ketidakpatuhan terbesar dengan kontribusi 28% dari 508 kejadian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberadaan fasilitas sanitasi saja belum cukup apabila fasilitas tidak dapat berfungsi secara konsisten. CDC (2024), juga menekankan pentingnya ketersediaan fasilitas higiene yang mudah diakses di tempat kerja, termasuk dispenser *hand sanitizer* pada lokasi yang membutuhkan akses sanitasi tangan.

Penggunaan sensor proximity pada sistem dispenser memberikan keuntungan karena proses deteksi tangan dapat dilakukan tanpa kontak langsung. Purba dan Roza (2022) mengembangkan sistem *handsanitizer* dan *handwash* otomatis menggunakan tiga sensor

proximity berbasis Arduino Uno R3. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor proximity dapat digunakan untuk mendeteksi objek tangan dan mengaktifkan sistem pengeluaran cairan secara otomatis. Pada pengujian mereka, sensor mampu mendeteksi tangan pada jarak 10–20 cm, sedangkan sistem menghasilkan keluaran *hand sanitizer* sebesar 2,8 mL.

Temuan tersebut mendukung penggunaan teknologi sensor pada dispenser dalam penelitian ini. Namun, perbaikan ini tidak hanya berfokus pada otomatisasi pengeluaran sanitizer, tetapi juga memperhatikan kondisi lingkungan operasional. Relokasi posisi sensor dilakukan agar sensor tidak berada pada jalur langsung semprotan nozzle. Dengan demikian, desain sistem mempertimbangkan aspek fungsi deteksi sekaligus perlindungan komponen terhadap kondisi penggunaan aktual.

Arduino digunakan sebagai pusat pengendalian pada sistem interlock karena mampu mengintegrasikan masukan dari sensor dengan keluaran sistem akses. Penggunaan Arduino pada sistem otomatisasi dispenser telah ditunjukkan oleh Purba dan Roza (2022), sedangkan Ridhani dan Sutjipto (2026) menerapkan Arduino sebagai pusat pengendalian pada sistem *smart doorlock*. Penelitian Ridhani dan Sutjipto menggunakan pendekatan prototyping dan mengintegrasikan Arduino dengan beberapa metode pembukaan pintu, sehingga menunjukkan kemampuan mikrokontroler dalam mengendalikan sistem akses secara otomatis.

Pada penelitian ini, konsep tersebut dikembangkan menjadi sistem *door interlock* yang menghubungkan proses sanitasi dengan akses masuk area produksi. Sistem tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme pembukaan pintu, tetapi juga sebagai *Engineering Control* untuk mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan manusia. Pendekatan ini relevan dengan kondisi awal penelitian karena faktor tidak adanya pengawas juga memberikan kontribusi 28% terhadap ketidakpatuhan.

Hubungan antara akses fasilitas higiene dan kepatuhan juga didukung oleh penelitian sebelumnya. CDC melaporkan bahwa pekerja makanan hanya mencuci tangan pada saat yang seharusnya sekitar satu dari tiga kesempatan. CDC juga merekomendasikan peningkatan akses terhadap fasilitas higiene dan penempatan dispenser sanitizer pada lokasi yang mudah dijangkau. Literatur lain mengenai akses terhadap fasilitas antiseptik menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan dispenser dapat meningkatkan kepatuhan terhadap higiene tangan.

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan keandalan dispenser dan integrasi sistem interlock dapat dipandang sebagai satu kesatuan pengendalian higiene. Perbaikan komponen mengatasi faktor teknis yang menyebabkan dispenser tidak berfungsi, sedangkan interlock mengatasi ketergantungan terhadap pengawasan manual. Kombinasi keduanya menghasilkan sistem pengendalian yang lebih konsisten, dengan hasil akhir berupa penurunan kerusakan dispenser dari rata-rata 3 kali/bulan menjadi 0 kali/bulan dan peningkatan verifikasi kepatuhan sanitasi menjadi 100%.

Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa pendekatan perbaikan tidak hanya memberikan manfaat terhadap fungsi peralatan, tetapi turut mendukung sistem higiene secara keseluruhan. Dengan investasi Rp950.000 dan *payback period* kurang dari satu bulan, penerapan teknologi otomatisasi memberikan alternatif perbaikan yang relatif sederhana namun memiliki dampak terhadap keandalan alat, efisiensi biaya, dan pengendalian kepatuhan sanitasi.

Komponen proyek	Dasar literatur	Penerapan SMART Lite
Arduino	Mikrokontroler dapat menerima input dan mengendalikan output	Mengendalikan logika interlock pintu
Sensor proximity/photoelectric	Sensor digunakan untuk mendeteksi objek/kondisi tanpa kontak langsung	Mendeteksi aktivitas pengguna pada sistem dispenser

Komponen proyek	Dasar literatur	Penerapan SMART Lite
Baterai AA → adaptor DC 5V	Arduino mendukung sumber daya baterai maupun DC, dengan tegangan yang sesuai spesifikasi	Menghilangkan ketergantungan terhadap baterai yang habis
Door interlock	Arduino dapat mengintegrasikan sensor dan aktuator untuk sistem akses otomatis	Akses pintu dikendalikan berdasarkan kondisi sanitasi
Poka-yoke	Pengendalian dilakukan melalui desain sistem	Mengurangi ketergantungan pada pengawas manusia

SIMPULAN

Penerapan Engineering Control melalui penggantian sensor, relokasi sensor, penggunaan adaptor DC 5V, dan sistem interlock berbasis Arduino berhasil menurunkan kerusakan dispenser alkohol dari rata-rata 3 kali/bulan menjadi 0 kali/bulan dengan pencapaian target 100%. Perbaikan juga menurunkan biaya operasional dari Rp2.920.000 menjadi Rp5.567/bulan dan meningkatkan verifikasi kepatuhan sanitasi tangan menjadi 100%. Dengan investasi Rp950.000 dan payback period kurang dari satu bulan, perbaikan terbukti efektif meningkatkan keandalan alat, efisiensi biaya, dan pengendalian higiene.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, M. S., & Hutabarat, P. H. (2025). Design of automatic fan base on Arduino Uno microcontroller and DHT11 sensor. *Jurnal Teknologi dan Open Source*, 8(2). <https://doi.org/10.36378/jtos.v8i2.5012>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, March 18). *Food worker handwashing in restaurants*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/restaurant-food-safety/php/practices/handwashing.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024). *About hand hygiene at work*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/clean-hands/prevention/about-hand-hygiene-at-work.html>
- Kumar, K., & Tripathi, S. L. (2021). Proximity sensor. In *Electronic Devices, Circuits, and Systems for Biomedical Applications*. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/proximity-sensor>
- Picheansanthian, W., & Chotibang, J. (2015). A systematic review on the effectiveness of alcohol-based solutions for hand hygiene. *International Journal of Nursing Practice*, 21(4), 416–427.
- Price, L., Gozdzielewska, L., Alejandre, J. C., Jorgenson, A., Stewart, E., Pittet, D., & Reilly, J. (2022). Systematic review on factors influencing the effectiveness of alcohol-based hand rubbing in healthcare. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 11, 16. <https://doi.org/10.1186/s13756-021-01049-9>.
- Purba, R. F., & Roza, I. (2022). Rancang bangun sistem handsanitizer dan handwash otomatis menggunakan sensor proximity berbasis Arduino guna mencegah penularan virus Corona. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*.
- Ridhani, M. A., & Sutjipto, S. S. U. (2026). Rancang bangun smart doorlock system berbasis Arduino. *Jurnal Informatika Kesatuan*, 5(2), 69–76. <https://doi.org/10.37641/jikes.v5i2.1833>.
- Utami, A. P. (2022). Kajian literatur: Hubungan personal higiene penjamah makanan dengan

kontaminasi *Escherichia coli* pada makanan. *Journal of Food and Culinary*, 4(1).
<https://doi.org/10.12928/jfc.v4i1.4032>
World Health Organization. (2025). *Guidelines on hand hygiene in community settings*.
World Health Organization.