



JOB ANALISIS DALAM PENERAPAN OVEN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO PADA UMKM BROWNIES BAPAK SUGENG KOTA BATAM

Winda Evita Yanti Hasibuan^{1*}, Habibudin Nasution^{2*}, Mira Yona^{3*}, Rahmat Riyandi^{4*}, Sriwati^{5*}, Nur Afifah^{6*}, Mega Saputri^{7*}, Nazira Ardarina^{8*}

1,2,3,4,5,6,7,8 Universitas Riau Kepulauan

INFO NASKAH

Diserahkan

9 Desember 2025

Diterima

9 Desember 2025

Diterima dan Disetujui

30 Desember 2025

Kata Kunci:

Job Analisis, Sistem Kontrol Suhu, UMKM.

Keywords:

Job Analys, Temperature Control Systems, MSME

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mendampingi UMKM Brownies Bapak Sugeng di Batam dalam penerapan sistem kontrol suhu otomatis berbasis Arduino Uno guna meningkatkan efisiensi dan kualitas proses produksi. Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah ketergantungan pada pengaturan suhu manual yang berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan kualitas produk serta meningkatkan beban kerja karyawan. Melalui kegiatan ini, tim pengabdian memberikan sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan teknis terkait penggunaan dan perawatan sistem kontrol suhu otomatis. Implementasi teknologi dilakukan secara langsung pada proses produksi brownies dengan menyesuaikan kebutuhan dan kapasitas UMKM. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap perubahan karakteristik pekerjaan dan kompetensi karyawan sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu otomatis membantu mengefisienkan proses kerja, meningkatkan ketepatan pengendalian suhu, serta mendorong peningkatan kompetensi karyawan dalam mengoperasikan teknologi sederhana berbasis mikrokontroler. Kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model penerapan teknologi tepat guna bagi UMKM pangan skala kecil.

Abstract. *This community service activity aims to assist the Brownies SME owned by Mr. Sugeng in Batam in implementing an Arduino Uno-based automatic temperature control system to improve production efficiency and product quality. The main problem faced by the SME was reliance on manual temperature control, which often resulted in inconsistent product quality and increased employee workload. Through this program, the service team conducted socialization, training, and technical assistance related to the use and maintenance of the automatic temperature control system. The technology was directly applied to the brownie production process, tailored to the specific needs and capacity of the SME. In addition, an evaluation was conducted to identify changes in job characteristics and employee competencies before and after the technology implementation. The results indicate that the automatic temperature control system improved work efficiency, enhanced temperature accuracy, and supported the development of employees' technical skills in operating simple microcontroller-based technology. This activity is expected to serve as a model for appropriate technology adoption in small-scale food SMEs.*

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam menjaga stabilitas dan pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM, UMKM menyerap lebih dari 97% tenaga kerja nasional dan berkontribusi sebesar 61% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) (Kemenko Perekonomian RI, 2023). Angka ini menunjukkan bahwa UMKM bukan hanya pilar utama dalam perekonomian Indonesia, tetapi juga motor penggerak pemerataan kesejahteraan masyarakat dan penguatan ekonomi daerah. Industri makanan dan minuman menunjukkan tren pertumbuhan positif dengan pertumbuhan 5,53% pada kuartal II tahun 2024 dan kontribusi terhadap PDB pada kuartal I tahun 2024 mencapai 6,97% (Kementrian Perdagangan RI 2024), meskipun masih menghadapi berbagai kendala teknis dan manajerial dalam operasional produksinya.

Dalam era Revolusi Industri 4.0, teknologi menjadi faktor kunci dalam meningkatkan daya saing UMKM (Kurniawan et al., 2025). Internet of Things (IoT) sebagai salah satu pilar utama era Industri 4.0 memungkinkan perangkat terhubung mengumpulkan data secara real-time, sehingga dapat mengoptimalkan dan meningkatkan efisiensi proses produksi (Shah et al., 2024). Penerapan teknologi IoT yang sederhana dan mudah diadopsi memungkinkan UMKM beralih dari sistem manual yang rentan kesalahan ke sistem otomatis yang lebih efisien, dengan mengotomatiskan tugas-tugas berulang dan meningkatkan kontrol bisnis (Yuwono et al., 2024). Menurut (Sostero, 2020), otomatisasi adalah penggunaan sistem dan mesin untuk menggantikan sebagian fungsi manusia dalam kegiatan ekonomi guna meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan, serta memperbaiki keselamatan dan produktivitas kerja. UMKM sektor makanan, khususnya produksi brownies dan kue kering, umumnya masih menggunakan peralatan konvensional dengan kontrol manual yang membutuhkan pengawasan intensif dan keterampilan implisit dari operator.

UMKM Brownies Bapak Sugeng yang berlokasi di Kecamatan Sagulung, Kota Batam, merupakan salah satu pelaku usaha yang bergerak di bidang produksi brownies dengan proses pemanggangan menggunakan oven manual berbahan bakar gas tanpa dilengkapi pengatur suhu dan waktu otomatis. Dalam operasional hariannya, UMKM ini memproduksi 800 pcs brownies dengan kapasitas sekali memanggang hanya 180 pcs, sehingga membutuhkan lebih dari 4-5 kali siklus pemanggangan per hari. Kondisi oven manual yang tidak memiliki kontrol suhu otomatis mengharuskan operator untuk melakukan pengawasan secara intensif dan berulang-ulang setiap 5-10 menit guna memantau tingkat kematangan produk dan mencegah terjadinya *overcooked* atau *undercooked*.



Gambar 1. Oven Konvensional yang Digunakan Mitra dalam Proses Produksi

Proses pengawasan manual ini tidak hanya meningkatkan beban kerja fisik akibat paparan panas dan postur kerja berdiri yang tidak ergonomis dalam durasi panjang, tetapi juga menambah beban mental karena pekerja harus terus menjaga konsentrasi tinggi agar produk tidak gagal. Beban kerja merupakan akumulasi tuntutan fisik dan mental yang dialami pekerja dalam menjalankan tugasnya, dan ketidakseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan pekerjaan dapat menimbulkan kelelahan, stres, serta menurunkan kinerja (Tarwaka and Bakri, 2016). Selain itu, otomatisasi memiliki dampak langsung terhadap struktur beban kerja dan restrukturisasi tugas dalam organisasi (D'Addona et al., 2018). Permasalahan lain yang ditemukan adalah belum adanya job analysis yang jelas dan terukur, sehingga pembagian tugas, tanggung jawab, dan standar kinerja karyawan tidak terdefinisi dengan baik. Kondisi ini berdampak pada menurunnya efisiensi waktu produksi, meningkatnya tingkat kegagalan produk (*reject rate*), kelelahan kerja yang berlebihan, dan berkurangnya produktivitas secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan solusi terintegrasi berupa implementasi sistem kontrol suhu otomatis berbasis *mikrokontroler Arduino Uno* yang dikombinasikan dengan penerapan *job analysis* sebagai instrumen manajemen sumber daya manusia. *Arduino* adalah papan komputer kecil namun kuat yang menggunakan teknik komputasi fisik dengan *mikrokontroler Atmel* dan bahasa pemrograman C, yang banyak digunakan untuk proyek otomasi karena kemudahan penggunaan dan biaya yang terjangkau (Endra et al., 2019). Sistem kontrol suhu berbasis *mikrokontroler Arduino* ini mampu mengatur suhu secara real-time menggunakan sensor suhu presisi (You et al., 2022). *Arduino* akan menerima data suhu dari sensor suhu digital dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, kemudian mengatur nyala api melalui *solenoid valve* dan pemantik otomatis agar suhu tetap stabil sesuai dengan nilai yang

telah diatur pengguna (*set point* 150-200°C). Selain itu, sistem dilengkapi dengan LCD 16x2 untuk menampilkan informasi suhu dan waktu secara *real-time*, serta *Timer* otomatis untuk mematikan pemanas ketika waktu pemanggangan selesai dengan alarm *buzzer* sebagai notifikasi.

Implementasi teknologi ini disertai dengan penerapan *job analysis* sistematis yang dilakukan dalam dua tahap: sebelum dan sesudah implementasi sistem otomatis. *Job analysis* merupakan proses pengumpulan, analisis, dan penetapan informasi mengenai isi suatu pekerjaan, termasuk tugas, tanggung jawab, kondisi kerja, dan kualifikasi yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut (Dessler, 2020). Melalui *job analysis*, dilakukan pemetaan perubahan beban kerja, identifikasi kompetensi baru yang dibutuhkan (*knowledge, skills, abilities*), dan restrukturisasi *job description* yang lebih efisien dan terukur. Pendekatan ini penting karena adopsi teknologi tanpa disertai restrukturisasi peran dan tugas karyawan dapat menimbulkan kebingungan operasional dan tidak optimal dalam meningkatkan produktivitas (Edmondson et al., 2001).

2. METODE

Subjek kegiatan pengabdian ini adalah UMKM Brownies Bapak Sugeng yang berlokasi di Kaving Seroja Dapur 12, Sagulung, Kecamatan Batu Aji, Kota Batam. Pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif kolaboratif, yaitu pendekatan yang melibatkan keterlibatan aktif antara peneliti dan mitra dalam seluruh tahapan kegiatan.

Kolaborasi dilakukan sejak tahap perencanaan hingga evaluasi akhir. Kegiatan dimulai dari identifikasi permasalahan utama yang berkaitan dengan tingginya beban kerja akibat penggunaan oven manual, kemudian perancangan dan penerapan sistem kontrol suhu otomatis berbasis *Arduino*, hingga tahap pengumpulan dan analisis data perubahan beban kerja.

- a. Tahap persiapan meliputi kegiatan identifikasi dan pemenuhan seluruh kebutuhan yang diperlukan dalam proses kegiatan, seperti perencanaan alat, bahan, jadwal kerja, serta pembagian tugas tim. Pada tahap ini juga dilakukan koordinasi dengan pihak terkait untuk memastikan semua sumber daya siap digunakan secara optimal.
- b. Tahap Pelaksanaan, diawali dengan proses perancangan dan pembuatan sistem kontrol suhu otomatis berbasis *Arduino* yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional oven produksi. Kegiatan ini mencakup penyusunan desain rangkaian elektronik, pemrograman *mikrokontroler*, serta integrasi sensor suhu dengan elemen pemanas untuk memastikan sistem dapat bekerja secara stabil dan akurat.
- c. Tahap Evaluasi, bertujuan untuk mengukur perubahan beban kerja karyawan setelah

penerapan sistem. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, serta analisis perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah implementasi. Data hasil pengukuran dianalisis untuk menilai efektivitas teknologi terhadap efisiensi kerja, penurunan kelelahan, serta peningkatan kenyamanan dan produktivitas karyawan



Gambar 2. Metode Pelaksanaan PKM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian ini dilakukan pada UMKM Brownies Bapak Sugeng yang berlokasi di Kaving Seroja Dapur 12, Sagulung, Kecamatan Batu Aji, Kota Batam. UMKM ini merupakan usaha rumahan yang memproduksi brownies dengan target pasar lokal dan pesanan khusus. UMKM ini telah beroperasi sejak 2018 dan mempekerjakan dua orang karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi. Kapasitas produksi awal mencapai 800 pcs per hari atau sekitar 4-5 *batch* dengan setiap *batch* menghasilkan 180 pcs brownies. UMKM ini masih menggunakan oven gas manual berbahan bakar LPG tanpa dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dan waktu otomatis.

Berdasarkan survei lokasi yang dilakukan pada 21 Maret 2025, ditemukan bahwa UMKM ini menghadapi beberapa kendala operasional yang signifikan. Proses pemanggangan brownies dilakukan menggunakan oven gas manual yang mengharuskan operator melakukan pengawasan terus-menerus untuk menjaga kestabilan suhu dan memastikan kematangan produk yang optimal. Dari hasil observasi dan wawancara awal, teridentifikasi bahwa proses pemanggangan menuntut pengawasan setiap 5-10 menit untuk mengecek tingkat kematangan secara *visual* dan mengatur api kompor gas secara manual. Aktivitas berulang tersebut menyebabkan kelelahan

fisik akibat posisi kerja statis dimana operator harus berdiri lama di depan oven dengan paparan panas tinggi, serta ketegangan mental karena tuntutan konsentrasi yang tinggi untuk menghindari produk *overcooked* atau *undercooked*.



Gambar 3. Observasi dan Wawancara untuk Mengidentifikasi Permasalahan Mitra

Job analysis dilakukan untuk memetakan kondisi pekerjaan, beban kerja, dan kompetensi yang dibutuhkan karyawan sebelum implementasi teknologi oven otomatis. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung selama periode operasional normal, wawancara mendalam dengan pemilik dan karyawan. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada tahap persiapan, dirancang sistem kontrol suhu otomatis berbasis *mikrokontroler Arduino Uno* yang dapat menjaga suhu pemanggangan secara stabil tanpa memerlukan pengawasan langsung dari operator. Sistem ini dirancang dengan prinsip *user-friendly* agar mudah digunakan oleh karyawan dengan tingkat literasi digital yang terbatas.

Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 digital yang memiliki akurasi pengukuran sangat tinggi. Sensor ini menggunakan tipe *waterproof* dengan protokol komunikasi *one-wire* yang memungkinkan integrasi mudah dengan *mikrokontroler*. Fungsi utama sensor ini adalah membaca suhu *real-time* di dalam oven setiap detik dan mengirimkan data ke *mikrokontroler Arduino* untuk diproses. Sistem juga dilengkapi dengan *Timer* otomatis yang dapat diatur sesuai kebutuhan. *Timer* dilengkapi dengan *alarm buzzer* yang berbunyi otomatis ketika waktu pemanggangan yang telah diset telah selesai, sehingga operator tidak perlu lagi mengingat atau mengecek waktu secara manual.

Sistem juga dilengkapi dengan fitur keamanan yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan. Fitur *auto shut-off* akan otomatis mematikan sistem jika suhu melebihi batas aman yang ditetapkan yaitu di atas 220°C, untuk mencegah *overheat* yang dapat

menyebabkan kebakaran atau kerusakan pada oven. Alarm peringatan akan berbunyi jika terjadi sensor error atau sensor terputus dari sistem, sehingga operator segera mengetahui ada masalah teknis yang perlu diperbaiki. *Emergency stop button* juga tersedia untuk mematikan sistem secara manual dengan cepat dalam kondisi darurat.

Hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah implementasi sistem kontrol suhu otomatis. Pada parameter suhu target, baik sebelum maupun sesudah implementasi, target suhu yang diinginkan adalah 165°C yang merupakan suhu optimal untuk memanggang brownies. Namun, rentang fluktuasi suhu menunjukkan perbedaan yang sangat drastis. Sebelum implementasi, rentang fluktuasi suhu sangat lebar yaitu antara $140\text{-}190^{\circ}\text{C}$, yang berarti suhu bisa turun hingga 25°C di bawah target atau naik hingga 25°C di atas target. Sesudah implementasi sistem *Arduino*, rentang fluktuasi suhu menyempit drastis menjadi hanya antara $162\text{-}167^{\circ}\text{C}$, yang berarti fluktuasi maksimal hanya $\pm 5^{\circ}\text{C}$ dari target.



Gambar 4. Pembuatan dan Pengujian Sistem Kontrol Suhu Otomatis

Fluktuasi maksimal sebelum implementasi mencapai $\pm 25^{\circ}\text{C}$, yang merupakan variasi yang sangat besar dan tidak dapat diterima untuk proses pemanggangan yang membutuhkan presisi. Fluktuasi sebesar ini menyebabkan hasil produk yang sangat tidak konsisten, dimana beberapa bagian brownies bisa *overcooked* sementara bagian lain masih *undercooked*. Sesudah implementasi, fluktuasi maksimal turun drastis menjadi hanya $\pm 5^{\circ}\text{C}$, yang merupakan tingkat presisi yang sangat baik dan memastikan semua bagian produk matang secara merata dan konsisten.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Sebelum Implementasi Kontrol Suhu Berbasis *Arduino* dan Sesudah Implementasi

Parameter Pengujian	Sebelum Implementasi Kontrol Suhu Berbasis Arduino	Sesudah Implementasi Kontrol Suhu Berbasis Arduino
Suhu Target	165 °C	165 °C
Rentang Fluktasi Suhu	140-190 °C	162-167 °C
Fluktasi Maksimal	±25 °C	± 5°C
Kestabilan Suhu	Tidak Stabil	Sangat Stabil
Intervensi Operator	Sering (Setip 5-10 menit)	Minimal (Hanya monitoring)

Perubahan paling mencolok terlihat pada aspek pengawasan oven. Waktu pengawasan aktif berkurang drastis sebesar 80%, dari 4 jam per hari menjadi hanya sekitar 45 menit per hari yang digunakan untuk *setting* awal, *monitoring* berkala, dan pengeluaran produk. Kemampuan *multitasking* yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan kini menjadi kenyataan. Operator dapat melakukan *packaging* produk sambil memantau proses pemanggangan melalui *display* LCD dari jarak yang aman.

Tingkat stres kerja juga menurun sangat signifikan karena operator tidak lagi mengalami kecemasan tinggi terhadap kemungkinan produk gagal. Dengan sistem kontrol suhu otomatis yang sangat presisi dan *alarm* yang mengingatkan ketika pemanggangan selesai, operator merasa lebih tenang dan percaya diri bahwa produk akan matang dengan sempurna. Tekanan mental untuk menjaga konsentrasi tinggi selama 4 jam penuh juga berkurang drastis karena operator hanya perlu melakukan *monitoring* pasif secara berkala, tidak lagi harus berdiri terus-menerus di depan oven dengan fokus penuh.

Implementasi teknologi oven otomatis membawa perubahan signifikan pada kompetensi yang dibutuhkan karyawan. Sebelum implementasi, karyawan sangat bergantung pada pengetahuan implisit yang diperoleh dari pengalaman dalam memanggang. Kemampuan memperkirakan suhu oven berdasarkan sensasi panas yang dirasakan, pengalaman manual *baking* untuk menentukan tingkat kematangan secara *visual*, dan kemampuan *visual assessment* untuk menilai apakah produk sudah matang sempurna atau belum menjadi keterampilan kunci yang sangat berharga.

Sesudah implementasi, kebutuhan kompetensi bergeser ke arah literasi digital dan kemampuan teknologi. Karyawan kini perlu memiliki literasi digital dasar untuk dapat

mengoperasikan sistem *Arduino* dengan baik. Pemahaman tentang sistem kontrol suhu otomatis menjadi penting agar operator mengerti bagaimana sistem bekerja dan dapat mendeteksi jika ada anomali. Kemampuan interpretasi data di LCD menjadi *skill* baru yang harus dikuasai, dimana operator harus dapat membaca dan memahami informasi suhu aktual, suhu target, *countdown Timer*, dan *status* sistem yang ditampilkan. Prinsip *troubleshooting* teknologi dasar juga menjadi kompetensi yang dibutuhkan untuk dapat menangani masalah-masalah teknis sederhana seperti sistem yang tidak merespons, display LCD yang tidak menyala, atau sensor yang error.

Dari segi keterampilan, terjadi transformasi yang cukup drastis. Keterampilan pengaturan api manual yang sebelumnya menjadi keterampilan utama operator kini tidak lagi diperlukan karena telah sepenuhnya diotomasi. *Timing* berdasarkan intuisi yang sebelumnya sangat diandalkan kini digantikan dengan *Timer* digital yang presisi. Operator sekarang harus menguasai *skill* baru seperti *setting parameter via push button* untuk mengatur suhu target dan durasi *Timer*, *monitoring* sistem otomatis untuk memastikan sistem berjalan normal, *data logging* produksi untuk mencatat hasil produksi dalam format digital, dan *basic maintenance* perangkat seperti membersihkan sensor, mengecek koneksi kabel, dan memastikan tidak ada komponen yang rusak.

Dari segi kemampuan, perubahan juga sangat signifikan. Sebelumnya, operator harus memiliki ketahanan fisik tinggi untuk dapat berdiri lama di depan oven selama 4 jam, konsentrasi intensif berkelanjutan untuk memantau oven tanpa henti, dan toleransi panas tinggi untuk dapat bekerja dalam suhu ruangan 35-40°C. Sesudah implementasi, *abilities* yang dibutuhkan berubah menjadi kemampuan membaca display digital dengan baik, kemampuan *multitasking* untuk dapat melakukan beberapa tugas secara bersamaan karena *monitoring* oven tidak lagi menyita seluruh perhatian, *problem-solving* teknologi sederhana untuk dapat menangani masalah teknis yang mungkin muncul, dan kemampuan adaptasi teknologi baru yang menunjukkan keterbukaan terhadap inovasi dan kemauan untuk terus belajar.

4. SIMPULAN

Implementasi sistem kontrol suhu otomatis berbasis *Arduino* pada UMKM Brownies Bapak Sugeng telah mengubah secara fundamental karakteristik pekerjaan dan kompetensi yang dibutuhkan karyawan. *Job analysis* yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara mendalam mengidentifikasi bahwa sebelum implementasi, pekerjaan operator

sangat mengandalkan keterampilan manual berbasis pengalaman seperti memperkirakan suhu berdasarkan sensasi panas, *timing intuitif*, dan kemampuan *visual assessment* yang membutuhkan konsentrasi intensif selama 4 jam dengan paparan panas tinggi. Sesudah implementasi, terjadi transformasi kompetensi dari keterampilan tradisional menuju literasi digital, dimana operator kini membutuhkan kemampuan mengoperasikan sistem *Arduino*, interpretasi data LCD, *troubleshooting* teknologi dasar, dan *basic maintenance* perangkat. Perubahan ini juga mengubah karakteristik *abilities* yang dibutuhkan, dari ketahanan fisik tinggi dan konsentrasi berkelanjutan menjadi kemampuan *multitasking*, *problem-solving* teknologi sederhana, dan adaptasi terhadap inovasi baru. Beban kerja fisik dan mental berkurang drastis dengan waktu pengawasan aktif turun 80% dari 4 jam menjadi 45 menit per hari, memungkinkan operator melakukan tugas lain seperti packaging sambil *monitoring* secara pasif.

DAFTAR PUSTAKA

- D'Addona, D.M., Bracco, F., Bettoni, A., Nishino, N., Carpanzano, E., Bruzzone, A.A., 2018. Adaptive automation and human factors in manufacturing: An experimental assessment for a cognitive approach. *CIRP Annals* 67, 455–458. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2018.04.123>
- Edmondson, A.C., Bohmer, R.M., Pisano, G.P., 2001. Disrupted Routines: Team Learning and New Technology Implementation in Hospitals, Source: *Administrative Science Quarterly*.
- Endra, R.Y., Cucus, A., Afandi, F.N., Syahputra, M.B., 2019. Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika* 10. <https://doi.org/10.36448/jsit.v10i1.1212>
- Kemenko Perekonomian RI, 2023. Dorong UMKM Naik Kelas dan Go Export, Pemerintah Siapkan Ekosistem Pembiayaan yang Terintegrasin. *Www.Ekon.Gp.Id* 1–5.
- Kurniawan, R., Yasin, M., Ekonomi, F., Bisnis, D., 2025. Dampak Revolusi Industri 4 . 0 Terhadap Kesiapan Indonesia.
- Shah, S., Hussain Madni, S.H., Hashim, S.Z.Bt.M., Ali, J., Faheem, M., 2024. Factors influencing the adoption of industrial internet of things for the manufacturing and production small and medium enterprises in developing countries. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing* 6. <https://doi.org/10.1049/cim2.12093>
- Sostero, M., 2020. Automation and Robots in Services: Review of Data and Taxonomy JRC Working Papers Series on Labour, education and Technology 2020/14 Title of the manuscript (Cover) 1–41.
- Tarwaka, Bakri, S.H.A., 2016. Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas.
- You, A., Be, M., In, I., 2022. A simple method for calibration of temperature sensor DS18B20 waterproof in oil bath based on Arduino data acquisition system □.
- Yuwono, T., Suroso, A., Novandari, W., 2024. Information and communication technology in SMEs: a systematic literature review. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00392-6>

