



Pengaruh Sistem Otomasi Robotik Terhadap Proses Produksi Mencakup Efisiensi Biaya, Waktu, Dan Kualitas Produk Menggunakan Metode Analisis Data Statistik

Anggita Muhamad Maulan¹, Graha Laksyah Dwi Saputra², Rivaldi Bakti Syahputra³, Sulthan Muhammad Rizky Hidayat⁴, Yudi Prastyo⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Pelita Bangsa

E-mail: anggitamuhamad606@gmail.com

Abstrak

Industri manufaktur saat ini tengah menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produk seiring dengan berkembangnya teknologi. Digitalisasi dan otomatisasi menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan daya saing perusahaan, mengurangi biaya, dan mempercepat proses produksi. Khususnya dalam industri manufaktur handphone, yang menghadapi tuntutan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam waktu singkat, sistem otomasi robotik menawarkan potensi untuk mengoptimalkan proses produksi. Meskipun demikian, implementasi otomasi robotik pada sektor manufaktur masih harus dikaji lebih lanjut untuk mengukur pengaruhnya terhadap efisiensi biaya, waktu, dan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem otomasi robotik dalam meningkatkan efisiensi biaya, waktu, dan kualitas produk pada perusahaan manufaktur handphone di era digitalisasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan PDCA (Plan-Do-Check-Act), yang dikombinasikan dengan analisis data statistik untuk mengevaluasi dampak perubahan proses produksi sebelum dan setelah implementasi otomasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem otomasi robotik berhasil menurunkan biaya produksi, mempercepat waktu produksi sebesar, dan meningkatkan kualitas produk dengan penurunan cacat produksi. Penelitian ini juga menganalisis tantangan dalam penerapan sistem otomasi serta strategi tepat agar penggunaan sistem otomasi ini efektif dan efisien. Kesimpulannya, penerapan sistem otomasi robotik terbukti memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produk pada perusahaan manufaktur handphone, serta mendukung transformasi industri menuju era digitalisasi yang lebih efisien. Penelitian ini memberikan pemahaman tentang bagaimana teknologi otomasi dapat dimanfaatkan untuk memaksimalkan proses produksi dan memberikan referensi dan inspirasi bagi industri manufaktur lainnya

Kata kunci : Otomasi Industri, Robotika, Efisiensi Biaya, Efisiensi Waktu, Kualitas Produk.



Abstract

The manufacturing industry is currently facing great challenges in improving efficiency and product quality along with the development of technology. Digitalization and automation are effective solutions to improve company competitiveness, reduce costs, and speed up production processes. Especially in the mobile manufacturing industry, which faces demands to produce high-quality products in a short period of time, robotic automation systems offer the potential to optimize production processes. However, the implementation of robotic automation in the manufacturing sector still needs to be studied further to measure its effect on cost efficiency, time, and product quality. This study aims to analyze the effect of implementing robotic automation systems in improving cost efficiency, time, and product quality in mobile phone manufacturing companies in the digitalization era. The method used in this research is the PDCA (Plan-Do-Check-Act) approach, which is combined with statistical data analysis to evaluate the impact of changes in the production process before and after automation implementation. The results showed that the implementation of the robotic automation system successfully lowered production costs, accelerated production time by a large amount, and improved product quality with a decrease in production defects. The research also analyzed the challenges in implementing the automation system as well as appropriate strategies to make the use of the automation system effective and efficient. In conclusion, the implementation of robotic automation systems has proven to have a significant impact in improving efficiency and product quality in mobile phone manufacturing companies, as well as supporting industrial transformation towards a more efficient digitalization era. This research provides an understanding of how automation technology can be utilized to maximize the production process and provides reference and inspiration for other manufacturing industries.

Keywords: *Industrial Automation, Robotics, Cost Efficiency, Time Efficiency, Product Quality.*

Pendahuluan

Industri manufaktur handphone memegang peranan penting dalam persaingan inovasi dan teknologi, banyak perusahaan bersaing untuk membuat terobosan teknologi baru guna menggaet minat konsumen dan meningkatkan value perusahaan. Dalam proses pembuatan handphone, kualitas produk tentu menjadi prioritas bagi perusahaan. Kualitas produk merupakan salah satu elemen penting yang harus dijaga oleh perusahaan, karena kualitas produk menentukan seberapa lama perusahaan akan bertahan. Produk dengan kualitas baik akan secara otomatis membuat demand pasar meningkat, begitu sebaliknya jika kualitas produk kurang baik. Untuk bisa meningkatkan konsistensi dalam menjaga kualitas produk, otomasi robotik menjadi strategi paling efektif dan efisien yang bisa digunakan oleh perusahaan. Selain faktor kualitas, otomasi robotik juga bisa digunakan untuk menyempurnakan sistem COVI (*cost out value in*), mempersingkat *Cycle Time*, dan mengurangi *downtime* yang berpengaruh pada sektor pembiayaan dan waktu produksi.

Pada era digitalisasi ini, setiap perusahaan mau tidak mau harus ikut serta dan bersaing untuk menerapkan dan mengintegrasikan system otomasi terhadap perusahaannya. System otomasi meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas, menjaga konsistensi kualitas, dan membantu perusahaan dalam menghemat biaya yang dikeluarkan. Persaingan pasar global yang semakin hari semakin meninggi tensinya membuat faktor faktor tersebut menjadi sangat



penting dan krusial, yang membuat perusahaan bisa terus bersaing dan tidak mati tertinggal zaman, Hal ini sejalan dengan konsep *lean manufacturing*, yaitu pendekatan yang fokus pada pengurangan pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Dalam konteks ini adalah tentang biaya, waktu, dan konsistensi kualitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak apa saja yang didapatkan oleh Perusahaan sebelum maupun sesudah penerapan system otomasi ini dilakukan, meneliti penyebab utama tingginya penggunaan biaya operasional produksi, tingginya waktu produksi, dan meneliti defect yang terjadi pada proses produksi. penelitian ini mengungkap risiko dan tantangan penerapan system otomasi sekaligus memberikan solusi dan strategi agar pengintegrasian sistem otomasi bisa berjalan dengan semestinya, serta memberi Gambaran dan perbaikan dalam penerapan system otomasi robotik.

Otomasi Industri

Otomasi industri adalah penggunaan sistem kontrol berbasis komputer. Penerapan sistem otomasi di berbagai sektor industri bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional, mengurangi biaya produksi, serta mempercepat waktu siklus produksi. Hal ini dapat diimplementasikan dengan menggunakan program instruksi kombinasi dengan sistem kontrol. Dalam otomasi, daya dibutuhkan untuk mendorong proses dan mengoperasikan program sistem kontrol. Secara umum, system otomasi dapat didefinisikan sebagai integrasi dari mekanika, system kelistrikan, dan system komputer, yang memungkinkan kontrol otomatis dan pengambilan keputusan yang dapat menggantikan peran manusia dalam suatu proses. Penerapan teknologi otomasi digunakan dalam dunia industri agar dapat meningkatkan kualitas, akurasi, presisi, dan produktivitas dari suatu proses industri.

Sistem Robotika

Robotika adalah satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi dari robot. Robotika terkait dengan ilmu pengetahuan bidang elektronika, mesin, mekanika, dan perangkat lunak komputer. Pemikiran tentang pembuatan mesin yang dapat bekerja sendiri telah ada sejak era klasik, tetapi riset mengenai penggunaannya tidak berkembang secara berarti sampai abad ke-20. Kini, banyak robot melakukan pekerjaan yang berbahaya bagi manusia seperti menjinakkan bom, menjelajahi kapal karam, dan pertambangan. Untuk merobotikkan perusahaannya, perusahaan harus mengevaluasi kebutuhan dan tujuan bisnis, memetakan proses yang dapat diotomatisasi, memilih teknologi robotik yang tepat, menyesuaikan infrastruktur dan lingkungan kerja, melatih karyawan, mengimplementasikan sistem dengan uji coba, mengelola perubahan budaya organisasi, melakukan pemeliharaan dan dukungan jangka panjang, serta terus melakukan evaluasi dan perbaikan berkelanjutan sambil mempertimbangkan regulasi dan dampak sosial.

Analisis Data Statistik

Analisis statistik adalah sebuah proses pengolahan data yang meliputi pemeriksaan, pembersihan, transformasi, pemrosesan, dan pemodelan data. Tujuannya adalah untuk menemukan informasi yang berguna dan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan kesimpulan atau keputusan. Proses ini menerapkan metode atau teknik statistik sesuai dengan data yang dimiliki. Mengapa analisis data itu penting? Tidak semua orang paham membaca data yang sangat banyak dan masih dalam bentuk mentah. Dengan melakukan analisis data,



kumpulan data mentah akan diolah sedemikian rupa sehingga mudah dimengerti dan dipahami oleh orang lain. Analisis data statistik dalam industri manufaktur memberikan wawasan yang sangat berharga dalam meningkatkan efisiensi, mengendalikan kualitas, meminimalkan biaya, dan memprediksi hasil produksi. Penggunaan statistik memungkinkan perusahaan untuk memonitor kinerja proses produksi secara real-time, mengambil keputusan berbasis data yang lebih baik, dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Metode

Studi ini mengadopsi pendekatan penelitian kuantitatif yang terpadu untuk menyelidiki integrasi teknologi robotik dalam proses manufaktur. Pendekatan ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang berbagai aspek integrasi teknologi robotik, termasuk jenis-jenis robot industri yang digunakan, manfaat-manfaat yang diperoleh, tantangan tantangan yang dihadapi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi.

1. Riset Literatur: Pendekatan ini melibatkan tinjauan mendalam terhadap literatur ilmiah dan laporan industri terkait dengan integrasi teknologi robotik dalam proses manufaktur. Riset literatur ini bertujuan untuk memahami tren, konsep, dan temuan terbaru dalam bidang ini, serta untuk memperoleh kerangka teoritis yang kuat untuk penelitian ini.
2. Studi Kasus: Studi kasus akan dilakukan di beberapa perusahaan manufaktur yang telah mengintegrasikan teknologi robotik dalam proses produksi mereka. Melalui wawancara mendalam dengan manajer produksi, teknisi robotik, dan operator, serta observasi langsung di lapangan, penelitian ini akan menggali pengalaman praktis dan pelajaran yang diperoleh dari implementasi teknologi robotik.
3. Analisis Data: Data yang diperoleh dari studi literatur, studi kasus, dan survei akan dianalisis secara terpisah dan terpadu. Analisis kualitatif akan digunakan untuk mengidentifikasi pola, tema, dan tren dalam data kualitatif, sementara analisis statistik akan digunakan untuk menganalisis data kuantitatif. Pendekatan ini akan memberikan pemahaman yang komprehensif tentang faktor-faktor yang mempengaruhi integrasi teknologi robotik dalam proses manufaktur.
4. Validasi dan Interpretasi: Hasil analisis akan divalidasi melalui diskusi dan kolaborasi dengan para ahli industri dan akademisi yang memiliki pengetahuan dan pengalaman yang relevan dalam bidang integrasi teknologi robotik. Interpretasi hasil akan dilakukan untuk menyusun temuan-temuan menjadi sebuah narasi yang koheren dan bermakna, serta untuk menyimpulkan implikasi praktis dan teoretis dari penelitian ini. Melalui pendekatan penelitian yang terpadu ini, diharapkan studi ini dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang integrasi teknologi robotik dalam proses manufaktur, serta memberikan wawasan yang berharga bagi perusahaan-perusahaan yang ingin mengadopsi atau meningkatkan penggunaan teknologi robotik dalam operasi mereka.

Hasil dan Pembahasan

Fokus penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur perakitan komponen elektronik, tepatnya pada bagian produksi. Penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa efektivitas sistem otomasi dalam memproduksi lebih banyak produk dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan proses manual. Misalnya, dalam industri otomotif, sistem



otomatisasi memungkinkan pabrik untuk memproduksi kendaraan dalam jumlah besar dengan tingkat presisi yang tinggi. Semua permasalahan yang terjadi perlu diatasi dan ditindaklanjuti untuk mendapatkan hasil yang optimal dan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

A. Identifikasi Awal

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi perakitan komponen elektronik. Dalam operasionalnya perusahaan membutuhkan 13 man power dalam 1 lini produksi, berdasarkan data yang diperoleh perusahaan telah mengeluarkan biaya sebesar \$53.056,96 untuk memberikan gaji pokok selama 1 tahun dalam periode 2022 (belum termasuk tunjangan berupa biaya asuransi, transportasi & bonus akhir tahun). Untuk mengurangi pengeluaran tersebut pihak perusahaan melakukan improvement berupa investasi mesin otomasi yg bernilai \$ 80.224,58.



Gambar 1. Proses LCIA Sebelum Otomasi

Bisa dilihat pada Gambar 1, gambar tersebut adalah proses Low Cost Intelligence Automation (LCIA). Proses pengecekan fungsi sensor pada produk, proses tersebut masih menggunakan man power berjumlah 1 orang/ shift disetiap mesin, waktu yang dibutuhkan pada proses ini adalah 15 sec/unit.

Indikator	Tahun 2021 Sebelum Otomasi	Tahun 2022 Sebelum Otomasi	Tahun 2023 Implementasi Otomasi	Tahun 2024 Sesudah Otomasi
Output Perusahaan	Kenaikan Gaji Pokok/Tahun	Kenaikan Gaji Pokok/Tahun	Berkurangnya man power dalam lini produksi	Berkurangnya man power dalam lini produksi
Waktu Produksi	16 sec / 1 produk Formula : 16 sec x 8 jam kerja = 1280 produk dalam 1 lini produksi	16 sec / 1 produk Formula : 16 sec x 8 jam kerja = 1280 produk dalam 1 lini produksi	12 sec / 1 produk Formula : 12 sec x 8 jam kerja = 1560 produk dalam 1 lini produksi	10 sec / 1 produk Formula : 10 sec x 8 jam kerja = 2100 produk dalam 1 lini produksi
Tingkat Cacat Produk	15%	16%	10%	7%

Gambar 2. Data Output PT XYZ



Gambar 2 menjelaskan hasil dari sebelum dan sesudah sistem otomasi robotik. Berfokus pada outcome perusahaan, waktu produksi dan tingkat cacat produk serta efisiensi operasional produksi.

Tabel 1. Hasil Uji One Way Anova

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Gaji_Man_Power	Based on Mean	1.080	2	12	.370
	Based on Median	.513	2	12	.611
	Based on Median and with adjusted df	.513	2	8.563	.616
	Based on trimmed mean	1.047	2	12	.381

Tabel 2. Uji Homogenitas Distribusi Data

Tests of Normality		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Gaji_Man_Power	Sistem Otomasi	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Gaji_Man_Power	Tidak Otomasi	.248	5	.200*	.955	5	.770
	Implementasi	.198	5	.200*	.947	5	.716
	Sudah Otomasi	.237	5	.200*	.954	5	.762

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 3. Hasil Uji Anova

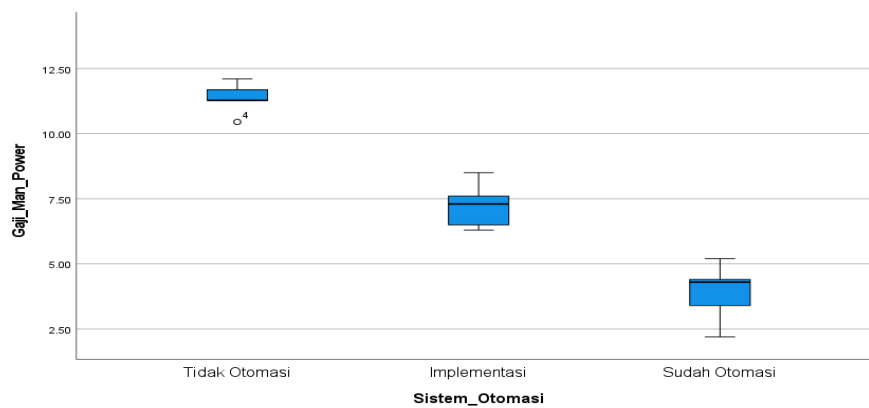
ANOVA					
Gaji_Man_Power					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	139.636	2	69.818	84.719	.000
Within Groups	9.889	12	.824		
Total	149.525	14			

Tabel 4. Hasil Uji Bonferroni

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Gaji_Man_Power						
Bonferroni						
(I) Sistem_Otomasi	(J) Sistem_Otomasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Tidak Otomasi	Implementasi	4.12000*	.57415	.000	2.5242	5.7158
	Sudah Otomasi	7.46000*	.57415	.000	5.8642	9.0558

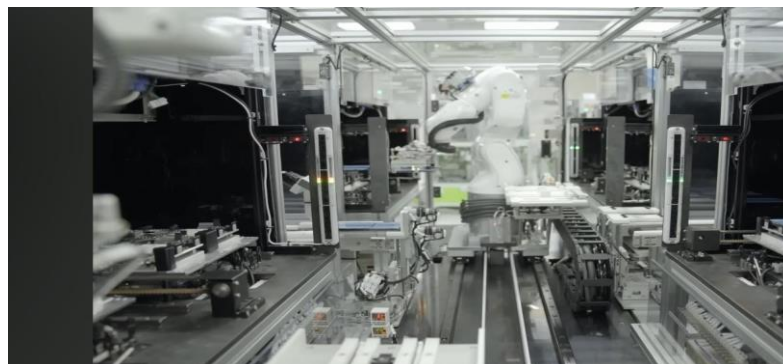
Implementasi	Tidak Otomasi	-4.12000 [*]	.57415	.000	-5.7158	-2.5242
	Sudah Otomasi	3.34000 [*]	.57415	.000	1.7442	4.9358
Sudah Otomasi	Tidak Otomasi	-7.46000 [*]	.57415	.000	-9.0558	-5.8642
	Implementasi	-3.34000 [*]	.57415	.000	-4.9358	-1.7442

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Gambar 2. Perbandingan rata-rata skor

Gambar 2 menjelaskan bahwa implementasi otomasi robotik dapat mengurangi beban gaji yang harus ditanggung oleh perusahaan, karena biaya gaji digantikan oleh biaya investasi pada mesin dan biaya perawatannya.



Gambar 3. Proses LCIA Sesudah Otomasi
(Mengurangi 2 Man Power & Menambahkan 2 Mesin, Mengurangi T/Time Production)



gambar 3 merupakan proses LCIA yang sudah menggunakan sistem otomasi robotik, proses ini sudah tidak lagi menggunakan 1 man power/mesin (jika menggunakan 4 mesin inspection LCIA maka man power yang dibutuhkan berjumlah 2 orang/shift). Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk proses inspection LCIA adalah 10 sec/unit



Gambar 4. Proses WPI Automation
(Water Proof Inspection)

gambar 4 menggambarkan hal yang serupa pada proses sistem otomasi robotik yaitu proses inspection WPI. Water Proof Inspection adalah uji ketahanan pada unit. Tes ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat produk terhadap tekanan angin.

B. Hasil Analisa

Indikasi ini dibuktikan dari hasil uji homogenitas (Tabel 3) yakni nilai signifikansi yang bernilai lebih dari 0,5 maka berkesimpulan data berdistribusi dengan normal. Dengan melihat nilai signifikansi terlihat bahwa terdapat perbedaan tingkat tidak otomasi, implementasi & sudah otomasi hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari ketiga data tersebut. Nilai pada data memperlihatkan bahwa terdapat hubungan positif antara keberadaan aktivitas implementasi & sudah otomasi. Dengan melihat hasil box-plot (Tabel 6) juga terlihat bahwa rata-rata pengeluaran perusahaan untuk gaji menurun sejak implementasi otomasi & sesudah otomasi. Lebih lanjut, selain mengkonfirmasi teori yang mendukung sistem otomasi, hasil studi ini sekaligus mendebat hasil studi yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara perusahaan yang melakukan improvement sistem otomasi dengan yang tidak melakukan improvement sistem otomasi

Kesimpulan

Studi ini menunjukkan bahwa sistem otomasi robotik memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya, waktu, dan kualitas produk bagi produsen ponsel. Dengan menerapkan teknologi ini, biaya produksi dan waktu produksi dapat ditekan, serta kualitas produk dapat ditingkatkan secara signifikan. Melalui metode analisis data statistik, kami juga berhasil mengevaluasi dan mengoptimalkan proses produksi yang dapat disimpulkan bahwa yang semula perusahaan membutuhkan waktu produksi sebanyak 4 unit per menit, sekarang perusahaan dapat memproduksi 8 unit per menit. Menghasilkan total defect yang sebelumnya



15% berkurang menjadi 7%. Sebelumnya memakan total biaya sebesar Rp.500.000.000,00 tiap tahun. Sekarang Perusahaan hanya perlu mengeluarkan biaya sebesar Rp.250.000.000,00 dalam satu tahun, Berkurang sebesar 50%.

Daftar Pustaka

- Gonzalez, S., et al. (2020). "Industrial robots: Increasing production speed and cycle time reduction." *Journal of Manufacturing Technology*, 33(7), 1005-1016.
- Hwang, S., Kim, T., & Lee, K. (2020). Impact of robotic automation on quality control in manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106(1–4), 345–359.
- Kume, T., et al. (2018). Application of PDCA Cycle for Quality Improvement in Manufacturing. *Journal of Quality Engineering*, 29(2), 123-135.
- Kurniawan, D., & Yulianto, D. (2019). Penerapan metode PDCA untuk menurunkan tingkat kerusakan mesin pada proses produksi penyalutan. *Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 124-132.
- Kusnadi, M. (2023, Desember 15). Masa depan otomasi: Peran robotika dalam industri manufaktur. Universitas Maha.
- Prasetyo, E., & Nurhadi, A. (2020). Penerapan sistem otomasi robotik dalam industri manufaktur di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Industri Indonesia*, 15(1), 45–56.
- Rachmawati, R., & Putra, A. (2020). Analisis pengaruh kualitas pelayanan terhadap kepuasan pelanggan pada perusahaan retail. *Engineering and Technology Journal*, 5(1), 50-58.
- Satria, Restu Faidin, Tofa Luwih Apriandi, Yudi Prastyo, Tri Ngudi Wiyatno. "Optimizing the Use of Sealant Material Type 5977 for Car Engine Production at PT X Using the PDCA (Plan, Do, Check, Action) Method." *Engineering and Technology Journal*, vol. 09, no. 01, Jan. 2024, pp. 3361-3365. doi: 10.47191/etj/v9i01.16. e-ISSN: 2456-3358. Impact Factor: 7.136.
- Septiyanto, A., Puspitasari, A., Anggraeni, D., & Prastyo, Y. (2024). Enhancing Productivity in Line X Regulator Assy 2 through the PDCA Method (Plan, Do, Check, Action). *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 7(1), 49-52. Retrieved from <https://www.ijresm.com> | ISSN (Online): 2581-5792
- Sudarsono, R., & Suryani, E. (2020). Penerapan metode Six Sigma dalam meningkatkan kualitas produk di industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 5(1), 45-53.
- TWI. (n.d.). What is industrial automation and robotics? TWI. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-industrial-automation-and-robotics>
- Zubair, M. (2023). Pengaruh otomasi dalam meningkatkan kualitas produk di industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 18(2), 121–134.