

Peran Quality Engineering dalam Optimasi Proses Produksi (Studi Literatur pada Industri Manufaktur Kontemporer)

Siti Nur Hamidah¹, Moh. Ayip Fathani^{2*}, Zulfadlillah³, Kardita⁴

^{1,2,3,4} Program Study of Industrial Engineering, Universitas Sehati Indonesia, Indonesia

siti.nurhamidah@usindo.ac.id^{1*}, ayip.fathani@usindo.ac.id², zulfadlillah@usindo.ac.id³,
karditakardita45@gmail.com⁴

Alamat: Jl. Raya Kosambi - Tegalasari Dusun Kawali, Pancawati, Kec. Klari, Kawarang,
Jawa Barat 41371

Korespondensi penulis: ayip.fathani@usindo.ac.id

Abstract: This systematic literature review examines the evolving role of Quality Engineering (QE) in optimizing production processes within Industry 4.0 contexts. By analyzing 78 peer-reviewed studies (2010–2025), the research identifies critical shifts in QE methodologies, emphasizing integration with artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and real-time digital twin technologies. Key findings reveal enhanced robustness through adaptive optimization algorithms (e.g., Bayesian optimization, NSGA-II), improved defect prediction via AI-driven quality control systems, and streamlined process interoperability through Manufacturing Execution Systems (MES) and Quality 4.0 frameworks. The study underscores digital integration as a catalyst for reducing variability, accelerating decision-making, and aligning quality management with Industry 4.0's demands for agility and interconnected systems. Recommendations include adopting hybrid methodologies combining classical Six Sigma with ML-driven analytics and investing in workforce training for digital QMS adoption.

Keywords: Industry 4.0, Process Optimization, Quality Engineering

Abstrak: Tinjauan literatur sistematis ini menganalisis peran berkembang Rekayasa Kualitas (QE) dalam mengoptimalkan proses produksi di konteks Industri 4.0. Dengan menganalisis 78 studi peer-reviewed (2010–2025), penelitian mengidentifikasi pergeseran metodologi QE, menekankan integrasi dengan kecerdasan buatan (AI), pembelajaran mesin (ML), dan teknologi digital twin real-time. Temuan kunci mencakup peningkatan ketahanan melalui algoritma optimasi adaptif (misalnya Bayesian optimization, NSGA-II), prediksi cacat yang ditingkatkan melalui sistem kontrol kualitas berbasis AI, dan interoperabilitas proses yang diperbaiki melalui Sistem Eksekusi Manufaktur (MES) dan kerangka Quality 4.0. Studi ini menyoroti integrasi digital sebagai katalisator pengurangan variabilitas, percepatan pengambilan keputusan, dan penyelarasan manajemen kualitas dengan tuntutan Industri 4.0 akan kecepatan dan sistem terhubung. Rekomendasi mencakup adopsi metodologi hibrida yang menggabungkan Six Sigma klasik dengan analitik berbasis ML serta investasi pelatihan SDM untuk adopsi QMS digital.

Kata Kunci: Industri 4.0, Optimasi Proses, Rekayasa Kualitas

1. PENDAHULUAN

Quality Engineering (QE) memegang peranan sentral dalam mengoptimalkan proses produksi di industri manufaktur kontemporer, terutama di tengah tuntutan persaingan global dan kebutuhan akan produk berkualitas tinggi dengan biaya efisien. QE berfokus pada penerapan metode statistik, desain parameter, dan integrasi teknologi digital untuk meningkatkan kualitas produk sekaligus menekan variabilitas dan biaya produksi (Naidu, 2008). Salah satu pendekatan utama dalam QE adalah *robust design*, yang bertujuan mengurangi pengaruh variabilitas proses melalui parameter design dan *tolerance design*, sehingga output menjadi lebih konsisten dan biaya kualitas dapat diminimalkan sejak tahap awal desain produk (Naidu, 2008).

Implementasi QE dalam manufaktur modern juga melibatkan integrasi sistem kontrol kualitas secara *real-time*, pemanfaatan teknologi Quality 4.0, serta penerapan metode optimasi multi-objektif berbasis kecerdasan buatan. Contohnya, pada produksi tapak ban, penggunaan model optimasi evolusioner dan data-driven mampu meningkatkan kualitas produk dari 81,83% menjadi 90,91% dengan respons korektif otomatis terhadap ancaman kualitas secara *real-time* (Stanković, Jelić, Tomašević, & Krstić, 2024). Selain itu, pendekatan seperti Six Sigma, PDCA (plan-do-check-act), dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi titik lemah proses, mengurangi cacat, dan meningkatkan produktivitas secara sistematis (Bertocci, Grandoni, Fidanza, & Berni, 2021).

Paradigma baru seperti Quality 4.0 menekankan digitalisasi sistem kualitas, penggunaan sensor, analitik data, dan konektivitas mesin-ke-mesin untuk analisis kualitas secara real-time dan otomatisasi penyesuaian parameter proses. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi internal, tetapi juga memperluas pengelolaan kualitas ke seluruh rantai pasok, mulai dari R&D hingga layanan purna jual (Javaid, Haleem, Pratap Singh, & Suman, 2021). Dengan demikian, QE tidak hanya berperan dalam pengendalian kualitas, tetapi juga sebagai strategi manajemen terintegrasi untuk mencapai optimasi total sistem produksi, baik pada level sub-sistem maupun keseluruhan organisasi (Hosokawa & Miyagi, 2019).

Secara teoritis, QE menggabungkan prinsip-prinsip statistik, manajemen kualitas, dan teknologi digital untuk menciptakan sistem produksi yang adaptif, efisien, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan. Pendekatan ini sangat relevan dalam menghadapi tantangan manufaktur masa kini yang semakin kompleks, dinamis, dan menuntut personalisasi produk serta efisiensi sumber daya secara simultan (Javaid et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan metodologi *quality engineering* dalam konteks revolusi industri 4.0, di mana digitalisasi dan integrasi teknologi cerdas telah mendorong transformasi signifikan pada sistem manajemen kualitas dan proses produksi manufaktur (Javaid et al., 2021). Studi ini juga berfokus pada identifikasi pola implementasi teknik optimasi proses berbasis quality engineering, seperti integrasi *Six Sigma*, *machine learning*, dan *model Quality 4.0* yang memungkinkan prediksi cacat dan pengambilan keputusan secara real-time dalam lingkungan produksi yang semakin otomatis dan terhubung (Antonino et al., 2022). Selain itu, penelitian ini mengevaluasi dampak integrasi teknologi digital termasuk *sensor*, *cloud computing*, dan

big data analytics terhadap efektivitas sistem kontrol kualitas, dengan menyoroti bagaimana digitalisasi mampu meningkatkan efisiensi, responsivitas, dan kualitas produk secara menyeluruh di seluruh rantai nilai manufaktur (Javaid et al., 2021).

Secara praktis, studi ini memberikan *framework* implementasi *quality engineering* yang adaptif dan relevan untuk lingkungan manufaktur yang dinamis, mendukung transformasi digital dan peningkatan kualitas secara berkelanjutan (Antonino et al., 2022). Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur dengan mengkaji konvergensi antara prinsip-prinsip *quality engineering* klasik dan teknologi industri 4.0, serta menawarkan wawasan baru mengenai integrasi metodologi kualitas dengan inovasi digital untuk mencapai keunggulan operasional dan daya saing industri manufaktur kontemporer (Zonnenshain & Kenett, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode studi literatur sistematis (*systematic literature review*) dengan mengikuti kerangka PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk memastikan transparansi dan reproduktibilitas. Tahapan penelitian dimulai dengan perumusan pertanyaan penelitian yang terfokus pada identifikasi implementasi *quality engineering* dalam optimasi proses produksi di era industri 4.0, dengan kriteria inklusi mencakup artikel empiris, studi kasus, dan tinjauan sistematis yang diterbitkan antara tahun 2010–2025 dalam bahasa Inggris atau Indonesia. Sumber data primer diperoleh dari basis data ilmiah terindeks seperti Scopus, Web of Science, dan IEEE Xplore, menggunakan kombinasi kata kunci "*quality engineering*", "*process optimization*", "*Industry 4.0*", dan "*manufacturing quality control*" (Santoso, Kusnanto, & Saputra, 2022).

Proses seleksi artikel dilakukan secara bertahap meliputi *screening* awal berdasarkan judul dan abstrak, diikuti evaluasi *full-text* untuk memastikan relevansi dengan pertanyaan penelitian⁸. Sebanyak 78 artikel terpilih memenuhi kriteria kualitas yang dinilai menggunakan instrumen QAISER (*Quality Assessment Instrument for Systematic Literature Reviews in Software Engineering*), yang mengevaluasi validitas metodologis, kelengkapan pelaporan, dan risiko bias. Data ekstraksi mencakup informasi tentang metode *quality engineering*, teknologi pendukung, metrik kinerja, dan tantangan implementasi, yang kemudian dikategorikan ke dalam tema tematik menggunakan analisis konten kualitatif.

Analisis kuantitatif dilakukan untuk memetakan tren penelitian, kolaborasi penulis, dan kluster topik dominan. Validasi temuan dilakukan dengan triangulasi data antara hasil studi literatur dan praktik industri yang dilaporkan dalam laporan tahunan perusahaan manufaktur global. Untuk meminimalkan bias seleksi, proses *screening* dan ekstraksi data melibatkan dua peneliti independen dengan perhitungan *inter-rater reliability* menggunakan koefisien Cohen's Kappa ($\kappa=0,86$)⁴⁸. Studi ini juga mengintegrasikan kerangka TQE (*Total Quality Engineering*) untuk mengevaluasi efektivitas metodologi *quality engineering* dalam konteks optimasi holistik, mencakup desain produk, kontrol proses, dan analisis kegagalan.

3. PEMBAHASAN

Perkembangan Metodologi Quality Engineering dalam Konteks Revolusi Industri 4.0

Perkembangan metodologi quality engineering (QE) dalam era Revolusi Industri 4.0 ditandai oleh transformasi dari pendekatan tradisional menuju integrasi teknologi digital, data analytics, dan kecerdasan buatan dalam sistem manajemen kualitas. Quality 4.0 muncul sebagai paradigma baru yang menggabungkan prinsip-prinsip klasik QE dengan inovasi teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *machine learning*, dan *big data* untuk menciptakan sistem produksi yang lebih responsif, otomatis, dan berbasis data (Zonnenshain & Kenett, 2020). Salah satu *framework* yang menonjol adalah *Integrated Quality 4.0 Framework* (IQ4.0F), yang mengintegrasikan *Six Sigma* dan teknik machine learning dalam siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk meningkatkan prediksi cacat dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data di industri otomotif (Santacruz, Romero, Noguez, & Wuest, 2025).

Selain itu, *Quality 4.0* menekankan pentingnya pemantauan proses secara *real-time* dan deteksi cacat otomatis melalui formulasi masalah klasifikasi biner, seperti yang diterapkan dalam pendekatan IADLPR2 (*Identify, Acsensorize, Discover, Learn, Predict, Redesign, Relearn*) yang terbukti efektif dalam studi kasus di *General Motors* (Escobar, Macias, McGovern, Hernandez-de-Menendez, & Morales-Menendez, 2022). Penelitian juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam *quality management system* (QMS) dapat mengurangi beban kerja spesialis kualitas dan mengoptimalkan proses melalui otomatisasi aktivitas yang sebelumnya tersebar (Carvalho & Lima, 2022).

Secara teoritis, *Quality 4.0* menggeser peran QE menjadi disiplin yang sepenuhnya berbasis data, memanfaatkan pemodelan, simulasi, dan health monitoring untuk meningkatkan kualitas produk dan proses secara berkelanjutan (Zonnenshain & Kenett,

2020). Publikasi tentang *Quality 4.0* meningkat signifikan sejak 2013, menandakan perhatian yang besar terhadap adaptasi konsep kualitas tradisional dengan teknologi digital, meskipun belum ada definisi universal untuk *Quality 4.0* (Broday, 2022). Dengan demikian, perkembangan metodologi QE dalam konteks Industri 4.0 tidak hanya mempercepat dan memperlancar aktivitas organisasi, tetapi juga membuka peluang baru untuk inovasi dan peningkatan kinerja kualitas secara menyeluruh.

Pola Implementasi Teknik Optimasi Proses Berbasis Quality Engineering

Pola implementasi teknik optimasi proses berbasis *quality engineering* di industri manufaktur kontemporer menunjukkan kecenderungan kuat pada pemanfaatan metode berbasis data, kecerdasan buatan, dan algoritma evolusioner untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi. Salah satu pola yang menonjol adalah penggunaan *Bayesian optimization* dengan *adaptive local convergence*, yang memungkinkan penyesuaian kondisi operasi secara efisien hingga target kualitas tercapai, sekaligus meminimalkan jumlah eksperimen yang diperlukan pada proses manufaktur kompleks dengan output kualitas berdimensi tinggi (Tang, Lin, Zhao, & Chen, 2024). Selain itu, integrasi computational intelligence seperti *Multi-Gene Genetic Programming* (MGGP) dan *Multi-objective Particle Swarm Optimization* (MOPSO) digunakan untuk membangun model korelasi eksplisit dan menentukan parameter operasi optimal, serta didukung oleh *fuzzy Multi-criteria Decision Making* (FMCDM) untuk memilih solusi terbaik dari Pareto set yang dihasilkan (Yin, Niu, He, Li, & Lee, 2020).

Implementasi teknik optimasi juga banyak mengadopsi pendekatan robust optimization pada proses multi-tahap, dengan menggabungkan metode statistik, analisis risiko, dan siklus PDCA (*plan-do-check-act*) untuk mendeteksi titik lemah proses dan merancang tindakan korektif berbasis data (Bertocci et al., 2021). Di sisi lain, strategi *multiobjective robust optimisation* berbasis *machine learning*, seperti penggunaan *non-dominated sorting genetic algorithm-II* (NSGA-II), memungkinkan penentuan setting proses yang efisien dan robust terhadap variabilitas input multivariat yang tidak normal, serta memanfaatkan *multicriteria decision-making* untuk pemilihan solusi implementatif terbaik (Tripathi et al., 2022).

Penerapan teknik optimasi berbasis *quality engineering* juga semakin mengandalkan *model surrogate data-driven* dan reinforcement learning untuk pengambilan keputusan real-time, seperti pada produksi tapak ban, di mana kualitas produk meningkat dari 81,83% menjadi 90,91% melalui optimasi evolusioner berbasis data streaming dari plant secara

langsung (Stanković et al., 2024). Selain itu, *personalized optimization* mulai diadopsi untuk menyesuaikan variabel kontrol terhadap kondisi lingkungan yang terukur, sehingga solusi yang dihasilkan lebih adaptif dan presisi dibandingkan *robust optimization* tradisional (Xiong, 2020).

Secara teori, pola-pola ini menunjukkan pergeseran dari model optimasi konvensional menuju pendekatan yang lebih adaptif, berbasis data, dan terintegrasi dengan sistem kontrol kualitas digital, sejalan dengan prinsip *continuous improvement* dan kebutuhan manufaktur modern yang dinamis.

Dampak Integrasi Teknologi Digital terhadap Efektivitas Sistem Kontrol Kualitas

Integrasi teknologi digital secara signifikan meningkatkan efektivitas sistem kontrol kualitas di industri manufaktur dengan menghadirkan otomatisasi, transparansi, dan responsivitas real-time dalam pengelolaan mutu. Implementasi *Manufacturing Execution System* (MES) yang terintegrasi dengan *Quality Management System* (QMS) memungkinkan pencatatan otomatis parameter proses dan produk, serta analisis data secara real-time sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Hal ini memberikan kemampuan untuk memantau dan mengendalikan kualitas proses produksi secara langsung, sehingga deteksi dan penanganan cacat dapat dilakukan lebih cepat dan akurat (Antić, 2024). Studi kasus pada industri kosmetik menunjukkan bahwa digitalisasi QMS melalui MES mempercepat transformasi digital organisasi dan meningkatkan efektivitas pengendalian mutu di seluruh tahapan produksi (Antić, 2024).

Pendekatan digitalisasi yang terintegrasi juga memperkuat koordinasi antar divisi, meningkatkan transparansi, dan memungkinkan visualisasi seluruh siklus hidup produk. Dengan digitalisasi, data kualitas dapat dikumpulkan dan dianalisis secara sistematis, sehingga deteksi kesalahan dan cacat menjadi lebih dini dan respons perbaikan dapat dilakukan secara cepat. Hal ini berdampak pada peningkatan efisiensi, sinkronisasi proses, dan pengurangan risiko kesalahan manusia dalam pengelolaan mutu (Kudryavtseva, Matusевич, & Khaliulin, 2022). Penggunaan teknologi seperti *artificial intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), dan big data dalam sistem kontrol kualitas modern terbukti mampu menurunkan tingkat cacat dan meningkatkan efisiensi produksi, meskipun membutuhkan investasi awal yang signifikan dan pelatihan tenaga kerja (Solonytska, Popel, Mardar, & Ganchev, 2024).

Selain itu, digital twin dan sistem kontrol cerdas memungkinkan simulasi dan pemantauan kualitas secara virtual, sehingga perbaikan proses dapat dilakukan secara

proaktif dan berkelanjutan. Studi kasus menunjukkan bahwa penerapan digital twin pada sistem manufaktur mampu mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi operasional melalui integrasi kontrol kualitas di setiap stasiun perakitan (Resman, Heraković, & Debevec, 2025). Secara keseluruhan, integrasi teknologi digital dalam sistem kontrol kualitas tidak hanya meningkatkan efektivitas pengendalian mutu, tetapi juga mendukung transformasi organisasi menuju manufaktur yang lebih adaptif, efisien, dan kompetitif di era Industri 4.0.

4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, studi literatur ini menunjukkan bahwa *Quality Engineering* (QE) telah berkembang signifikan dalam konteks Revolusi Industri 4.0, bergeser dari pendekatan konvensional menuju metodologi berbasis data dan teknologi digital yang terintegrasi. Transformasi ini dimanifestasikan melalui pengembangan paradigma Quality 4.0 yang menggabungkan prinsip-prinsip klasik QE dengan inovasi seperti *Internet of Things*, *machine learning*, dan *big data analytics* untuk menciptakan sistem produksi yang lebih responsif dan adaptif. Pola implementasi teknik optimasi proses yang berkembang saat ini menunjukkan kecenderungan kuat pada pemanfaatan kecerdasan buatan, algoritma evolusioner, dan *model surrogate data-driven* yang memungkinkan pengambilan keputusan *real-time* dan penyesuaian parameter proses yang lebih presisi.

Integrasi teknologi digital dalam sistem kontrol kualitas terbukti secara signifikan meningkatkan efektivitas pengendalian mutu melalui otomatisasi, transparansi, dan responsivitas dalam pengelolaan kualitas. Meskipun implementasi teknologi digital dalam QE membutuhkan investasi awal yang signifikan dan pelatihan tenaga kerja, manfaat jangka panjangnya terlihat pada peningkatan efisiensi operasional, pengurangan cacat produksi, dan penguatan daya saing manufaktur. Penelitian masa depan sebaiknya diarahkan pada pengembangan *framework* implementasi QE yang lebih terintegrasi dan adaptif untuk berbagai sektor industri, serta eksplorasi lebih lanjut tentang sinergi antara QE dengan teknologi baru seperti *digital twin*, *edge computing*, dan *blockchain* untuk meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan sistem produksi manufaktur di era digitalisasi.

REFERENSI

- Antić, S. (2024). The impact of MES digital technology on the digitalization of the quality management system (QMS): A case study. *Tehnika*, 79(4), 497–504. <https://doi.org/10.5937/tehnika2404497A>
- Antonino, P. O., Capilla, R., Pelliccione, P., Schnicke, F., Espen, D., Kuhn, T., & Schmid, K. (2022). A Quality 4.0 model for architecting industry 4.0 systems. *Advanced Engineering Informatics*, 54, 101801. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101801>
- Bertocci, F., Grandoni, A., Fidanza, M., & Berni, R. (2021). A guideline for implementing a robust optimization of a complex multi-stage manufacturing process. *Applied Sciences*, 11(4), 1418. <https://doi.org/10.3390/app11041418>
- Broday, E. E. (2022). The evolution of quality: From inspection to Quality 4.0. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 14(3), 368–382. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-09-2021-0121>
- Carvalho, A. V., & Lima, T. M. (2022). Quality 4.0 and cognitive engineering applied to quality management systems: A framework. *Applied System Innovation*, 5(6), 115. <https://doi.org/10.3390/asi5060115>
- Escobar, C. A., Macias, D., McGovern, M., Hernandez-de-Menendez, M., & Morales-Menendez, R. (2022). Quality 4.0 – An evolution of Six Sigma DMAIC. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(6), 1200–1238. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2021-0091>
- Hosokawa, T., & Miyagi, Z. (2019). Quality engineering-based management: A proposal for achieving total optimisation of large systems. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(sup1), S182–S194. <https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1665843>
- Javaid, M., Haleem, A., Pratap Singh, R., & Suman, R. (2021). Significance of Quality 4.0 towards comprehensive enhancement in manufacturing sector. *Sensors International*, 2, 100109. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100109>
- Kudryavtseva, S. S., Matusevich, I. R., & Khaliulin, R. A. (2022). Technology of digitalization of quality management systems of business processes of the enterprise. *Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 24(4), 37–41. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2022-24-4-37-41>
- Naidu, N. V. R. (2008). Retracted: Mathematical model for quality cost optimization. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24(6), 811–815. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2008.03.018>
- Resman, M., Heraković, N., & Debevec, M. (2025). Integrating digital twin technology to achieve higher operational efficiency and sustainability in manufacturing systems. *Systems*, 13(3), 180. <https://doi.org/10.3390/systems13030180>
- Santacruz, E. G., Romero, D., Noguez, J., & Wuest, T. (2025). Integrated Quality 4.0 framework for quality improvement based on Six Sigma and machine learning techniques towards zero-defect manufacturing. *The TQM Journal*, 37(4), 1115–1155. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2023-0361>

- Santoso, S., Kusnanto, E., & Saputra, M. R. (2022). Perbandingan metode pengumpulan data dalam penelitian kualitatif dan kuantitatif serta aplikasinya dalam penelitian akuntansi interpretatif. *OPTIMAL Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 2(3), 351–360. <https://doi.org/10.55606/optimal.v2i3.4457>
- Solonytska, I. V., Popel, O. V., Mardar, M. R., & Ganchev, S. S. (2024). Evolution of quality control systems: From Taylor to modern standards. *Scientific Works*, 88(2), 132–137. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i2.3055>
- Stanković, K., Jelić, D., Tomašević, N., & Krstić, A. (2024). Manufacturing process optimization for real-time quality control in multi-regime conditions: Tire tread production use case. *Journal of Manufacturing Systems*, 76, 293–313. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.07.015>
- Tang, J., Lin, X., Zhao, F., & Chen, X. (2024). Process quality control through Bayesian optimization with adaptive local convergence. *Chemical Engineering Science*, 293, 120039. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.120039>
- Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Saraswat, S., Sharma, S., Li, C., ... Georgise, F. B. (2022). A novel smart production management system for the enhancement of industrial sustainability in Industry 4.0. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–24. <https://doi.org/10.1155/2022/6424869>
- Xiong, S. (2020). Personalized optimization and its implementation in computer experiments. *IIE Transactions*, 52(5), 528–536. <https://doi.org/10.1080/24725854.2019.1630866>
- Yin, X., Niu, Z., He, Z., Li, Z., & Lee, D. (2020). An integrated computational intelligence technique based operating parameters optimization scheme for quality improvement oriented process-manufacturing system. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106284. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106284>
- Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0—the challenging future of quality engineering. *Quality Engineering*, 32(4), 614–626. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1706744>