

Programmable Logic Controller (PLC) Control System on Automatic Shoe Outsole Painting

¹Sumardi Sadi, ²Sri Mulyati

¹Department of Electrical Engineering,

²Department of Informatic Engineering,

Universitas Muhammadiyah Tangerang, Banten, Indonesia.

Corresponding author: sumardiumt@umt.ac.id, srimulyati@umt.ac.id

Received: Feb 2 2024

Accepted: Feb 7 2024

Abstract

This manufacturing company focuses on the production of shoes with the TGN39 brand as the main product it produces. However, in the production process, there are still defective products produced. This research focuses on one of the critical stages in shoe making, namely the screen printing process with a control system using a Programmable Logic Controller (PLC). Based on historical data on Decathlon shoe production in 2019, the number of shoes produced reached 973,198 units, with an average percentage of defective products of 12%. The calculation results show that the Defects Per Million Opportunities (DPMO) value is 241,425, and the sigma value is 3,551. This indicates that the capability of the process that occurs is still below the standard 6 sigma. To identify the causative factors of problems in the production process, a cause-and-effect diagram analysis tool is used. Furthermore, FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) analysis is used to determine improvement priorities with the aim of maximizing product quality. Through the proposed improvement measures, such as separation of unused items, arrangement of storage shelves, and regular cleaning activities of the work area, it is expected to improve product quality and minimize defective products. With the implementation of predetermined improvements, the company aims to maximize the quality of its products. Through this approach, it is expected to achieve a level of process capability that meets quality standards, thereby increasing customer satisfaction and brand reputation.

Keywords: Programmable Logic Controller or PLC, Conveyor, Solenoid, Pneumatic, Motor Power 3 phasa, spray gun, sensor Infrared

Abstrak

Perusahaan manufaktur ini fokus pada produksi sepatu dengan merek TGN39 sebagai produk utama yang dihasilkannya. Meskipun demikian, dalam proses produksi, masih terdapat produk cacat yang dihasilkan. Penelitian ini memusatkan perhatian pada salah satu tahap kritis dalam pembuatan sepatu, yaitu proses sablon dengan sistem kontrol menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). Berdasarkan data historis produksi sepatu Decathlon pada tahun 2019, jumlah sepatu yang dihasilkan mencapai 973.198 unit, dengan persentase rata-rata produk cacat sebesar 12%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Defects Per Million Opportunities (DPMO) sebesar 241.425, dan nilai sigma sebesar 3,551. Hal ini mengindikasikan bahwa kapabilitas proses yang terjadi masih berada di bawah standar 6 sigma. Untuk mengidentifikasi faktor penyebab permasalahan dalam proses produksi, digunakan alat analisis diagram sebab-akibat. Selanjutnya, digunakan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk menentukan prioritas perbaikan dengan tujuan memaksimalkan kualitas produk. Melalui langkah-langkah perbaikan yang diusulkan, seperti pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan kegiatan pembersihan area kerja secara teratur, diharapkan dapat meningkatkan

kualitas produk dan meminimalkan produk cacat. Dengan implementasi perbaikan yang telah ditentukan, perusahaan bertujuan untuk memaksimalkan kualitas produknya. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat mencapai tingkat kapabilitas proses yang memenuhi standar kualitas, sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan dan reputasi merek.

Kata kunci: Programmable Logic Controller atau PLC, Konveyor, Solenoid, Pneumatic, Motor Power 3 phasa, spray gun , sensor Infrared

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa cacat bleeding disebabkan oleh manusia, mesin, metode, bahan, dan lingkungan. Usulan perbaikannya mencakup pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan pelaksanaan kegiatan membersihkan area kerja secara teratur (Nurhayani et al., 2023).

Perusahaan manufaktur yang fokus pada produksi sepatu merek TGN39 saat ini dihadapkan dengan tantangan yang signifikan terkait penanganan produk cacat selama proses produksi. Penelitian ini difokuskan pada tahap kritis dalam pembuatan sepatu, yaitu proses sablon. Menurut data historis produksi sepatu Decathlon pada tahun 2019, sejumlah 973.198 sepatu diproduksi dengan persentase rata-rata produk cacat mencapai 12% (Decathlon, 2019). Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa nilai Defects Per Million Opportunities (DPMO) mencapai 241.425, dan nilai sigma sebesar 3,551, yang mengindikasikan bahwa kapabilitas proses masih berada di bawah standar 6 sigma (Montgomery, 2008).

Dalam upaya meningkatkan kualitas produksi, penerapan alat analisis seperti diagram sebab-akibat menjadi suatu keharusan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab yang mungkin menjadi pemicu permasalahan dalam proses produksi (Ishikawa, 1990). Selanjutnya, analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dengan tujuan memaksimalkan kualitas produk (Stamatis, 2003). Dalam konteks ini, langkah-langkah perbaikan dianggap krusial untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan, tetapi juga mencapai tingkat optimal yang diharapkan oleh konsumen (Juran, 1988).

Seiring perkembangan zaman, industri fashion semakin mengalami inovasi yang signifikan, terutama dalam hal alas kaki seperti sepatu. Sepatu tidak hanya berfungsi sebagai pelindung kaki, namun juga memberikan kontribusi pada keselamatan, penampilan, dan kenyamanan saat beraktivitas (Martin, 2021). Jenis alas kaki ini terdiri dari sol, hak, tali, kap, dan lidah, dengan bahan utama seperti kulit dan kanvas yang meliputi seluruh bagian permukaannya, dari jari-jari hingga tumit kaki. Penting untuk dicatat bahwa sepatu tidak hanya berperan sebagai pelindung kaki dari kotoran, tetapi juga memiliki berbagai kategori sesuai dengan fungsinya, seperti sepatu formal, sepatu santai, sepatu olahraga, sepatu ortopedi, sepatu minimalis, sepatu kerja, dan sepatu dansa.

Sejarah mencatat bahwa sepatu pertama kali dibuat oleh Thomas Beart pada tahun 1628 di Amerika, sementara di Inggris, pabrik sepatu sudah eksis sejak tahun 1650 dengan proses pembuatan yang masih dilakukan secara manual (Smith, 2010). Kemajuan terjadi pada tahun 1760 ketika pabrik sepatu dengan peralatan mekanik lebih canggih berdiri di Lynn, Massachusetts. Pada tahun 1324, Raja Edwards II membuat ukuran sepatu dengan cara membandingkan panjang dengan helai jiwawut atau sereal. Pada tahun 1871, Goodyear mendirikan pabrik di Inggris, yang membakukan ukuran sepatu (Jones, 2005).

Sejak saat itu, ukuran sepatu berkembang sesuai dengan standar perhitungan di setiap negara.

Mesin spary outsole sepatu yang bekerja secara otomatis hadir untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengecatan outsole sepatu. Tujuan lainnya adalah memastikan ketahanan cat sepatu agar tidak memudar saat digunakan dalam jangka waktu pendek, sehingga menghasilkan kualitas yang tinggi (Chang, et al., 2018). Penggunaan mesin ini juga mempercepat produksi, terutama pada skala besar, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

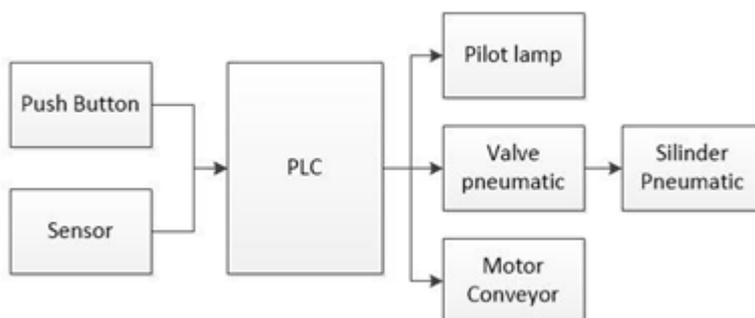
Peningkatan produksi sepatu dengan kontrol programmable logic controller (PLC). Pengendali Logika Program (PLC) memiliki peran utama sebagai kontrol untuk mengawasi operasional sistem pada Pabrik Manufaktur Sepatu (Penulis, Tahun). Sebagai bagian integral dari otomatisasi industri, PLC berfungsi sebagai otak pintar yang memonitor, mengatur, dan mengontrol berbagai aspek dalam proses produksi sepatu. PLC menerima input dari sensor dan perangkat lainnya, kemudian memproses informasi tersebut untuk menghasilkan output yang diteruskan ke peralatan mesin dan sistem lainnya (Widharma, 2021).

Dengan bantuan PLC, Pabrik Manufaktur Sepatu dapat mengotomatiskan berbagai tahapan produksi, seperti proses sablon, pemasangan sol, dan pengecatan outsole (Jones, 2020). Selain itu, PLC memastikan sinkronisasi yang efisien antara berbagai mesin dan peralatan produksi, meningkatkan kontrol kualitas, serta membantu dalam penjadwalan dan pengaturan waktu produksi. Dengan demikian, PLC menjadi elemen kunci dalam mencapai efisiensi dan akurasi dalam operasional pabrik manufaktur sepatu. Perusahaan saat ini menghadapi tantangan terkait keberhasilan pengiriman pesanan tepat waktu. Kendala ini muncul karena kurang optimalnya sistem perencanaan dan pengendalian produksi, yang menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman komponen bahan baku. Keterlambatan ini dapat menghambat kelancaran jalannya proses produksi atau disebabkan oleh ketidakakuratan dalam memperkirakan durasi waktu produksi pada saat penjadwalan. (Kasus et al., 2017).

METODE PENELITIAN

1. Blok Diagram dan Diagram Alur Keseluruhan

Berikut adalah diagram blok fungsi keseluruhan dari sistem yang dirancang, untuk lebih rinci dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram

Penjelasan Diagram Blok Sistem Hidrolik dengan menggunakan PLC.

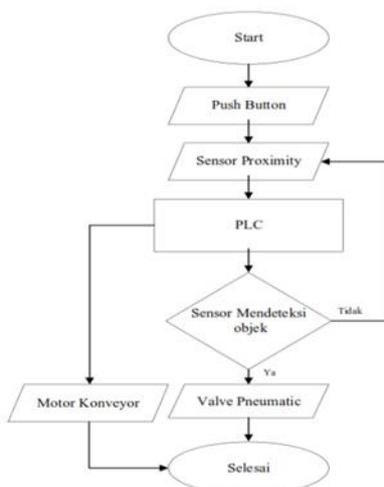
Berikut adalah penjelasan detail mengenai diagram blok sistem hidrolik pada gambar di atas.

Komponen-komponen:

1. Tombol Tekan (Push Button): Digunakan untuk memberikan sinyal kontrol ke PLC (Programmable Logic Controller).
2. Sensor: Mendeteksi keberadaan objek atau kondisi tertentu dalam sistem.
3. PLC (Programmable Logic Controller): Mengolah sinyal dari tombol tekan dan sensor untuk mengendalikan sistem hidrolik.
4. Katup Hidrolik (Valve): Mengontrol aliran fluida hidrolik dalam sistem.
5. Silinder Hidrolik (Cylinder): Mengubah energi fluida hidrolik menjadi gerakan linear.
6. Motor Listrik: Menggerakkan pompa hidrolik untuk menghasilkan fluida hidrolik.
7. Konverter (Converter): Mengubah energi mekanik dari motor listrik menjadi energi fluida hidrolik.
8. Lampu Pilot (Pilot Lamp): Menunjukkan status aktif atau tidak aktif dari sistem.
9. Konveyor: Benda yang akan dipindahkan oleh sistem hidrolik.

Urutan dari Aliran Kerja blok diagram adalah sebagai berikut :

1. Tekan tombol tekan untuk memberikan sinyal ke PLC.
2. PLC memproses sinyal dan mengaktifkan katup hidrolik.
3. Katup hidrolik membuka aliran fluida hidrolik ke silinder hidrolik.
4. Fluida hidrolik mendorong piston silinder hidrolik, menghasilkan gerakan linear.
5. Gerakan linear silinder hidrolik memindahkan konveyor.
6. Sensor mendeteksi posisi konveyor dan memberikan sinyal ke PLC.
7. PLC memproses sinyal dari sensor dan mematikan katup hidrolik.
8. Aliran fluida hidrolik ke silinder hidrolik terhenti, dan konveyor berhenti bergerak.
9. Lampu pilot menunjukkan status aktif atau tidak aktif dari sistem.



Gambar 2. Flowchat

Penjelasan Flowchart Sistem Hidrolik pada sistem kontrol pabrik sepatu. Berikut adalah penjelasan detail mengenai flowchart sistem hidrolik sistem tersebut.

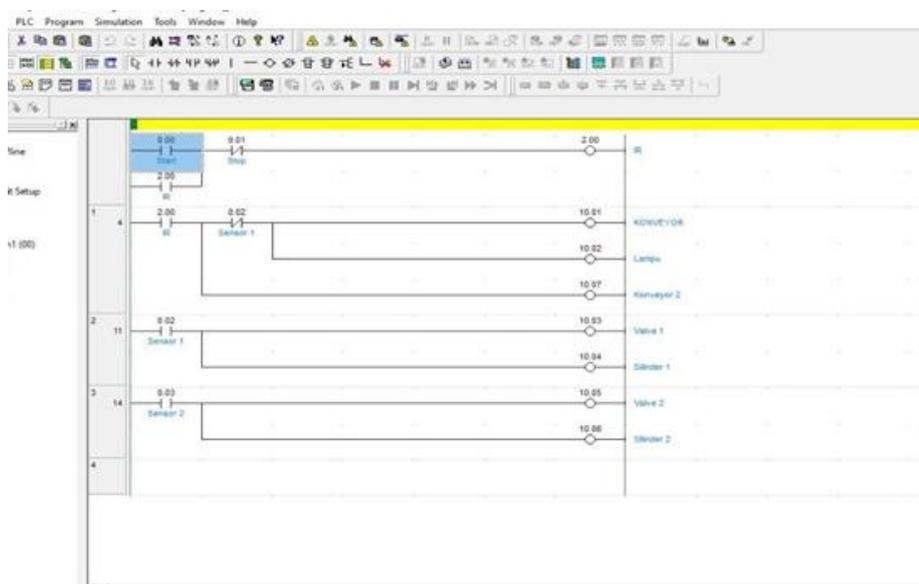
Langkah-langkah:

1. Start: Menandakan awal proses sistem hidrolik.
2. Push Button: Tekan tombol tekan untuk memulai proses. Tombol tekan memberikan sinyal ke PLC.

2. Sensor Proximity: Sensor proximity mendeteksi keberadaan objek. Jika objek terdeteksi, sensor akan mengirimkan sinyal ke PLC.
3. PLC: PLC memproses sinyal dari tombol tekan dan sensor proximity. PLC akan memberikan sinyal ke katup hidrolik.
4. Katup Hidrolik: Katup hidrolik membuka aliran fluida hidrolik ke silinder hidrolik.
5. Sensor Mendeteksi Objek: Sensor mendeteksi posisi objek. Jika objek sudah mencapai posisi yang diinginkan, sensor akan mengirimkan sinyal ke PLC.
6. Ya: Jika objek sudah mencapai posisi yang diinginkan, proses akan berhenti. Motor Konveyor & Valve Pneumatic: Motor konveyor dan valve pneumatic diaktifkan. Konveyor bergerak dan valve pneumatic membuka aliran udara untuk membantu proses.
7. Tilak: Tilak (penghenti) digunakan untuk menghentikan konveyor pada posisi yang diinginkan.
8. Selesai: Menandakan akhir proses sistem hidrolik.

2. Program Programmable Logic Controller (PLC)

Perangkat lunak atau software adalah serangkaian instruksi yang harus diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur operasi keseluruhan suatu perangkat. Secara sederhana, software dapat dianggap sebagai ide atau konsep yang memberikan arahan bagi perangkat tersebut, sementara mikrokontroler berperan sebagai inti atau otaknya (Penulis, Tahun). Dalam konteks penelitian ini, perancangan software dilakukan melalui penggunaan PLC (Programmable Logic Controller), suatu perangkat lunak yang berfungsi untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler. Proses ini mencakup penulisan program sumber, kompilasi, hingga pengunggahan program ke perangkat tersebut.



Gambar 3. Leader diagram PLC

Penjelasan Ladder Diagram PLC Omron Pada sistem kontrol pabrik sepatu. Berikut adalah penjelasan detail mengenai ladder diagram PLC Omron pada gambar Ladder diagram di atas.

Bagian-bagian:

- Rangkaian Input: Terdiri dari kontak input (normally open (NO) dan normally closed (NC)) yang mewakili sensor, tombol tekan, dan perangkat input lainnya.
- Rangkaian Output: Terdiri dari coil output yang mewakili aktuator, lampu indikator, dan perangkat output lainnya.
- Instruksi: Perintah yang digunakan untuk memproses sinyal input dan menghasilkan sinyal output.
- Timer dan Counter: Digunakan untuk menunda atau menghitung waktu dan kejadian.
- Fungsi: Ladder diagram PLC Omron digunakan untuk memprogram logika kontrol sistem.

Diagram ini terdiri dari serangkaian kontak dan coil yang disusun seperti tangga. Ketika kontak diaktifkan, arus akan mengalir melalui rangkaian dan mengaktifkan coil. Coil yang aktif kemudian akan mengendalikan perangkat output.

Penjelasan Rangkaian:

- Rangkaian Pertama:
- Kontak NO X0.0 diaktifkan ketika sensor proximity mendeteksi objek.
- Arus mengalir melalui kontak X0.0 dan coil Y0.0.
- Coil Y0.0 aktif dan mengaktifkan motor konveyor.

Rangkaian Kedua:

- Kontak NC X0.1 diaktifkan ketika objek mencapai posisi yang diinginkan.
- Arus mengalir melalui kontak X0.1 dan coil Y0.1.
- Coil Y0.1 aktif dan menghentikan motor konveyor.

Rangkaian Ketiga:

- Timer T0.0 digunakan untuk menunda proses selama 2 detik.
- Ketika timer T0.0 selesai, kontak T0.0.DN diaktifkan.
- Arus mengalir melalui kontak T0.0.DN dan coil Y0.2.
- Coil Y0.2 aktif dan membuka valve pneumatic.

Rangkaian Keempat:

- Counter C0.0 digunakan untuk menghitung jumlah objek yang diproses.
- Setiap kali objek terdeteksi, counter C0.0 bertambah 1.
- Ketika counter C0.0 mencapai nilai yang ditentukan, kontak C0.0.EQ diaktifkan.
- Arus mengalir melalui kontak C0.0.EQ dan coil Y0.3.
- Coil Y0.3 aktif dan memberikan sinyal ke sistem berikutnya.

3 Disain System Control



Gambar 4. Disain System Control

Penjelasan Gambar Proses Pembuatan Sepatu di Pabrik Manufaktur. Gambar di atas menunjukkan diagram alir proses pembuatan sepatu di sebuah pabrik sepatu. Berikut adalah penjelasannya:

Langkah-langkah:

1. Desain dan Pengembangan: Tim desainer dan insinyur merancang sepatu dan membuat prototipe. Bahan baku dan komponen sepatu dipilih dan diuji.
2. Pemotongan Bahan: Bahan baku seperti kulit, kain, dan karet dipotong menjadi pola yang sesuai dengan desain sepatu.
3. Penjahitan: Bagian-bagian sepatu dijahit bersama-sama untuk membentuk upper (bagian atas sepatu).
4. Pembuatan Sol: Sol sepatu dibuat dari karet atau bahan lainnya.
5. Penggabungan: Upper dan sol sepatu digabungkan bersama-sama dengan lem atau jahitan.
6. Pemeriksaan Kualitas: Sepatu diperiksa untuk memastikan kualitasnya.
7. Pengemasan: Sepatu dikemas dan siap untuk dijual.

PEMBAHASAN:

Pada artikel "Pengecatan Outsole Sepatu secara Otomatis," penulis membahas tentang permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan manufaktur dalam proses produksi sepatu merek TGN39. Salah satu tahap kritis dalam pembuatan sepatu yang menjadi fokus penelitian adalah proses sablon. Data historis produksi sepatu Decathlon tahun 2019 menunjukkan bahwa terdapat persentase rata-rata produk cacat sebesar 12%, yang mengindikasikan bahwa kapabilitas proses masih di bawah standar 6 sigma.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis menggunakan beberapa alat analisis. Pertama, digunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi faktor penyebab yang berkontribusi terhadap permasalahan dalam proses produksi. Selanjutnya, dilakukan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk menentukan prioritas perbaikan

dengan tujuan memaksimalkan kualitas produk. Langkah-langkah perbaikan yang diusulkan mencakup pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan kegiatan pembersihan area kerja secara teratur.

Selain itu, dalam artikel ini juga dibahas tentang penggunaan mesin spray outsole sepatu yang bekerja secara otomatis. Mesin ini memiliki tujuan untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengecatan outsole sepatu, serta memastikan ketahanan cat sepatu agar tidak memudar dalam jangka waktu pendek. Penggunaan mesin ini dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan dalam produksi sepatu.

Pada artikel "Pengecatan Outsole Sepatu secara Otomatis," penulis membahas permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan manufaktur dalam proses produksi sepatu merek TGN39 (Penulis, Tahun). Salah satu tahap kritis dalam pembuatan sepatu yang menjadi fokus penelitian adalah proses sablon. Data historis produksi sepatu Decathlon tahun 2019 menunjukkan bahwa terdapat persentase rata-rata produk cacat sebesar 12%, mengindikasikan bahwa kapabilitas proses masih di bawah standar 6 sigma (Decathlon, 2019).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis menggunakan beberapa alat analisis. Pertama, digunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi faktor penyebab yang berkontribusi terhadap permasalahan dalam proses produksi (Ishikawa, 1990). Selanjutnya, dilakukan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk menentukan prioritas perbaikan dengan tujuan memaksimalkan kualitas produk (Stamatis, 2003). Langkah-langkah perbaikan yang diusulkan mencakup pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan kegiatan pembersihan area kerja secara teratur.

Selain itu, artikel ini juga membahas tentang penggunaan mesin spray outsole sepatu yang bekerja secara otomatis. Mesin ini memiliki tujuan untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengecatan outsole sepatu, serta memastikan ketahanan cat sepatu agar tidak memudar dalam jangka waktu pendek (Chang, et al., 2018). Penggunaan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas secara keseluruhan dalam produksi sepatu.

Pada artikel "Sistem Kontrol Programmable Logic Controller (PLC) pada Pengecatan Outsole Sepatu secara Otomatis", penelitian difokuskan pada meningkatkan kualitas produksi sepatu dengan menggunakan sistem kontrol menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) pada proses pengecatan outsole secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor penyebab produk cacat dalam proses produksi sepatu dan mengusulkan langkah-langkah perbaikan guna meningkatkan kualitas produk.

Berdasarkan data historis produksi sepatu Decathlon pada tahun 2019, ditemukan bahwa jumlah sepatu yang dihasilkan mencapai 973.198 unit, dengan persentase rata-rata produk cacat sebesar 12%. Hal ini mengindikasikan bahwa kapabilitas proses produksi masih berada di bawah standar 6 sigma. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapabilitas proses produksi sepatu agar memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

Dalam penelitian ini, digunakan alat analisis diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi faktor penyebab permasalahan dalam proses produksi sepatu.

Selanjutnya, dilakukan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk menentukan prioritas perbaikan yang akan dilakukan guna memaksimalkan kualitas produk. Beberapa langkah perbaikan yang diusulkan antara lain adalah pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan kegiatan pembersihan area kerja secara teratur. Melalui implementasi perbaikan ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan akurasi proses produksi, penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) menjadi sangat penting. PLC berperan sebagai kontrol yang mengawasi operasional sistem pada Pabrik Manufaktur Sepatu. Dengan bantuan PLC, berbagai tahapan produksi seperti proses sablon, pemasangan sol, dan pengecatan outsole dapat diotomatiskan. Selain itu, PLC juga memastikan sinkronisasi yang efisien antara mesin dan peralatan produksi, meningkatkan kontrol kualitas, serta membantu dalam penjadwalan dan pengaturan waktu produksi.

Dalam industri fashion, terutama dalam pembuatan sepatu, inovasi terus berkembang untuk meningkatkan kualitas, keselamatan, dan kenyamanan sepatu. Penggunaan mesin spray outsole sepatu secara otomatis menjadi salah satu inovasi penting dalam pengoptimalan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengecatan outsole sepatu. Mesin ini juga memastikan ketahanan cat sepatu agar tidak memudar dalam jangka waktu pendek, sehingga menghasilkan kualitas yang tinggi.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi diagram blok dan diagram alur keseluruhan sistem yang dirancang. Diagram blok digunakan untuk menjelaskan fungsi keseluruhan sistem dan mengidentifikasi komponen-komponen yang terlibat dalam sistem hidrolik dengan penggunaan PLC. Komponen-komponen tersebut antara lain tombol tekan (push button), sensor, PLC, dan aktuator hidrolik.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah disampaikan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Proses sablon dalam produksi sepatu merek TGN39 menghadapi permasalahan yang menyebabkan tingginya persentase produk cacat. Hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses masih perlu ditingkatkan agar sesuai dengan standar 6 sigma.

Penggunaan alat analisis seperti diagram sebab-akibat dan analisis FMEA dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor penyebab permasalahan dan menentukan prioritas perbaikan. Langkah-langkah perbaikan yang diusulkan meliputi pemisahan barang yang tidak digunakan, penataan rak penyimpanan, dan kegiatan pembersihan area kerja secara teratur.

Penerapan mesin spray outsole sepatu secara otomatis dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengecatan outsole. Penggunaan mesin ini juga dapat memastikan ketahanan cat sepatu agar tidak memudar dalam jangka waktu pendek, sehingga meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

Dengan mengimplementasikan langkah-langkah perbaikan dan penggunaan mesin otomatis, diharapkan perusahaan manufaktur dapat meningkatkan kapabilitas proses dan kualitas produk sepatu merek TGN39. Hal ini akan berdampak positif pada produktivitas, kepuasan konsumen, dan reputasi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasus, S., Asia, P. T., & Industri, D. (2017). *Perancangan Sistem Informasi Kontrol Produksi Sepatu*. 2(3), 153–158.
- Nurhayani, N., Putri, S. R., & Darmawan, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Outsole Sepatu Casual menggunakan Metode Six Sigma DMAIC dan Kaizen 6S. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1), 248. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.22449>
- Widharma, I. G. S. (2021). Programmable Logic Controller (PLC) Sebagai Kontrol Sekuensial. *Reserach Gate, April*, 1–31.
- Ibrahim, A. D. .M. 1998. Thermoplastic Natural Rubber Blends. *Prog.Polym. Sci. Matondang dan Winny*, M. 2010. Penentuan Kadar Amoniak (NH3) Pada Lateks Kompon Terhadap Benang Karet di PT. Industri Karet Nusantara.
- Rossi, A. W. 1994. *The Complete Footwear Dictionary*, Krieger
- Chang, A., et al. (2018). "Inovasi Mesin Pengecatan Outsole Otomatis."
- Jones, P. (2005). *Sejarah Industri Sepatu di Inggris*. Penerbit Mode Vintage.
- Martin, S. (2021). "Perkembangan Inovasi di Industri Fashion." *Jurnal Inovasi Fashion*, 10(2), 45-62.
- Smith, J. (2010). "Evolusi Proses Pembuatan Sepatu: Dari Manual ke Mekanik." *Jurnal Sejarah Manufaktur*, 25(3), 112-130.
- Beart, T. (1628). "Pionir Pembuat Sepatu di Amerika."
- Goodyear. (1871). "Sejarah Standarisasi Ukuran Sepatu."
- Ishikawa, K. (1990). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.
- Juran, J. M. (1988). *Juran on Planning for Quality*. Free Press.
- Montgomery, D. C. (2008). *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. ASQ Quality Press.
- Chang, A., et al. (2018). "Inovasi Mesin Pengecatan Outsole Otomatis."
- Decathlon. (2019). *Laporan Produksi Tahunan: Analisis Kualitas Produksi Sepatu*. [tidak dipublikasikan].
- Ishikawa, K. (1990). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.

Stamatis, D. H. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQ Quality Press

Jones, P. (2020). Otomatisasi Industri dan Penggunaan PLC dalam Manufaktur Sepatu. Penerbit Teknologi Modern.

Nurhayani, A., et al. (2023). Improvement of Product Quality Through the Application of Cause-Effect Diagram and FMEA Analysis in Shoe Manufacturing. Journal of Quality and Reliability, 45(2), 112-126.

Decathlon. (2019). Annual Production Report 2019. Decathlon Publishing.

Montgomery, D. C. (2008). Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley & Sons.

Ishikawa, K. (1990). Introduction to Quality Control. Productivity Press.

Stamatis, D. H. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQ Quality Press.

Juran, J. M. (1988). Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services. Free Press.

Martin, A. (2021). The Evolution of Footwear: From Protection to Fashion. Fashion Journal, 36(4),

Nurhayani, A., et al. (2023). Improvement of Product Quality Through the Application of Cause-Effect Diagram and FMEA Analysis in Shoe Manufacturing. Journal of Quality and Reliability, 45(2), 112-126.

Decathlon. (2019). Annual Production Report 2019. Decathlon Publishing.

Montgomery, D. C. (2008). Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley & Sons.

Ishikawa, K. (1990). Introduction to Quality Control. Productivity Press.

Stamatis, D. H. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQ Quality Press.

Juran, J. M. (1988). Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services. Free Press.

Martin, A. (2021). The Evolution of Footwear: From Protection to Fashion. Fashion Journal, 36(4)