

Implementasi Auto Lens Cover untuk Mengurangi Downtime Camera Sensor Detection pada Mesin Insert AFM Menggunakan Metode Root Cause Analysis

Rizki Hidayah^{*1}, Hamdani², Fahru Buchori³, Yudi Sasmita⁴, Irgi Fauzan Dzaki⁵, Rachman Catur Kurniawan⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa

e-mail: ¹1209912@gmail.com, ²hamdani7900@gmail.com, ³fahrubuchori53@gmail.com,
⁴yudi.sasmitaa@gmail.com, ⁵irgifauzan1303@gmail.com, ⁶rachman.catur@pelitabangsa.ac.id

*Corresponding Author: 1209912@gmail.com; Tel.: 081294317190

DOI: <https://doi.org/10.66152/jiei.v2i1.48>

Informasi Artikel

Dikirim: 25 Mei 2026

Direvisi: 10 Juni 2026

Diterima: 11 Juni 2026

Abstrak)

Downtime pada mesin produksi dapat menghambat kontinuitas manufaktur dan menurunkan efisiensi produksi. Pada mesin Insert Air Flow Meter (AFM) di PT XYZ, sering terjadi error pada camera sensor detection barcode yang menyebabkan kegagalan pembacaan model produk dan mengakibatkan total downtime sebesar 170 menit dari 9 kasus selama periode tiga bulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan tersebut dan mengimplementasikan tindakan perbaikan yang efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan dengan pendekatan studi kasus melalui Root Cause Analysis (RCA) menggunakan kategori 4M+1E, fishbone diagram, dan why-why analysis. Hasil analisis menunjukkan bahwa akar penyebab utama kegagalan pembacaan adalah kontaminasi debu pada lensa kamera yang mengganggu titik fokus sensor. Guna mengatasi masalah ini, dilakukan tindakan improvement berupa perancangan dan implementasi komponen mekanis Auto Lens Cover berbasis pneumatic cylinder yang terintegrasi dengan sistem kontrol Programmable Logic Control (PLC) mesin bawaan. Setelah implementasi selama periode evaluasi, gangguan pada sensor kamera berkurang sepenuhnya menjadi nol kasus dan total downtime berhasil ditekan hingga 0 menit. Dengan demikian, keandalan sistem Pokayoke meningkat signifikan serta meniadakan kebutuhan setting ulang fokus kamera oleh tim maintenance.

Kata kunci: *Auto Lens Cover, camera sensor detection, downtime, pneumatic cylinder, Root Cause Analysis*

Abstract

Production machine downtime can disrupt manufacturing process continuity and reduce overall operational efficiency. On the Insert Air Flow Meter (AFM) machine at PT XYZ, errors frequently occurred in the camera sensor detection barcode, leading to product model reading failures and causing a total downtime of 170 minutes across 9 cases within a three-month period. This study aims to identify the root causes of these failures and implement effective corrective actions. The research method applied is an applied case study using Root Cause Analysis (RCA) with the 4M+1E framework, a fishbone diagram, and why-why analysis. The analysis results revealed that the primary root cause of the barcode reading failure was dust contamination on the camera lens, which disrupted the sensor's focus. To resolve this issue, an improvement was executed by designing and implementing a mechanical Auto Lens Cover driven by a pneumatic cylinder, integrated into the machine's existing Programmable Logic Control (PLC) system. Following implementation, camera sensor errors were completely eliminated to zero cases, and total downtime was successfully reduced to 0 minutes during the evaluation period. Consequently, the reliability of the Pokayoke system increased significantly, eliminating the maintenance team's need for repeated camera focus adjustments.

Keywords: *Auto Lens Cover, camera sensor detection, downtime, pneumatic cylinder, Root Cause Analysis*

PENDAHULUAN



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

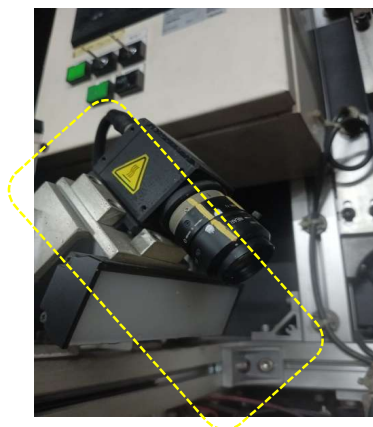
Pada era industri manufaktur saat ini, keandalan sistem otomasi menjadi faktor penting dalam menjaga kontinuitas dan efisiensi proses produksi [1]. Proses kerja yang biasa dilakukan dengan cara manual kini banyak dirubah menjadi otomatis [2]. Banyak hal positif yang didapatkan dari proses otomasi, yaitu output produksi dapat dicapai dengan stabil, biaya yang efisien dan cara kerja yang efektif [3]. Kemajuan teknologi pada kendaraan pun berubah begitu cepat, saat ini kendaraan seperti mobil memiliki banyak sensor yang digunakan sebagai penunjang keamanan dan kenyamanan berkendara [4]. Salah satu sensor pada kendaraan saat ini yaitu sensor *Air Flow Meter* (AFM), yaitu sensor yang berfungsi membaca debit udara yang masuk ke ruang bakar mesin. Apabila terjadi gangguan dan hambatan maka kendaraan akan bermasalah dan bahkan mungkin dipanggil ke bengkel service [5]. PT XYZ di Kawasan industri MM2100 merupakan salah satu Perusahaan yang memproduksi bagian *engine* kendaraan mobil dengan merek dagang yaitu Toyota. Proses pemasangan sensor AFM pada unit *engine* dilakukan secara otomatis, mesin yang digunakan untuk melakukan proses tersebut adalah mesin *insert AFM*.

Permasalahan yang terjadi pada mesin *Insert AFM* adalah munculnya *sensor camera error detection barcode* yang menyebabkan proses pembacaan *barcode* gagal dilakukan [6]. Gangguan tersebut mengakibatkan mesin mengalami *downtime* berulang dan menghambat kelancaran proses produksi [7]. Berdasarkan data produksi, frekuensi gangguan tercatat rata-rata sebanyak tiga kali setiap bulan, dengan total kejadian mencapai sembilan kali dalam periode tiga bulan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa permasalahan pada sistem pembacaan *barcode* masih terjadi secara berulang dan belum terselesaikan secara optimal [8].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *sensor camera error detection barcode* pada mesin *Insert AFM* [9]. Analisis dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan pendekatan 4M+1E (*Man, Machine, Method, Material, dan Environment*). Selanjutnya dilakukan penyusunan *fishbone diagram* dan *why-why analysis* untuk memperoleh akar masalah utama secara sistematis. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan tindakan perbaikan yang tepat guna mengurangi frekuensi *downtime* dan meningkatkan keandalan sistem pembacaan barcode pada mesin produksi [10].

METODE PENELITIAN

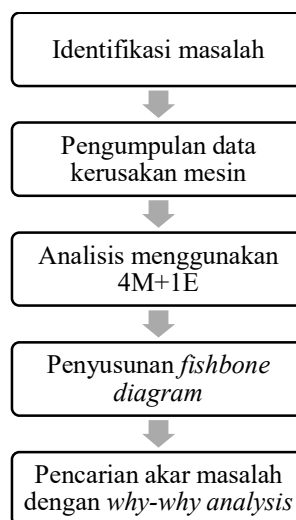
Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian terapan (*applied research*) dengan pendekatan studi kasus pada mesin *Insert Air Flow Meter* (AFM) di area produksi. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan sistem pembacaan *barcode* yang mengakibatkan terjadinya *downtime* mesin produksi [11]. Sensor camera detection barcode ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Unit *Sensor Camera Detection*

Pendekatan analisis yang digunakan adalah *Root Cause Analysis* (RCA) dengan dukungan analisis 4M+1E (*Man, Machine, Method, Material, dan Environment*) [12]. Identifikasi penyebab masalah dilakukan menggunakan *fishbone diagram* dan dilanjutkan dengan metode *why-why analysis* untuk memperoleh akar penyebab utama secara sistematis [13].

Pengambilan data dilakukan selama periode penelitian melalui observasi langsung terhadap siklus kerja mesin, pencatatan data *downtime*, serta pengamatan terhadap kondisi aktual proses pembacaan barcode. Data primer diperoleh dari observasi lapangan dan wawancara dengan operator serta teknisi maintenance, sedangkan data sekunder diperoleh dari histori kerusakan mesin, laporan produksi, dan dokumen standar operasional prosedur (SOP). Adapun alur tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Tahapan Penelitian

Setelah tahapan penelitian selesai seperti pada Gambar 2, hasil analisis kemudian di *validasi* bersama tim *engineering* dan *maintenance* untuk memastikan kesesuaian antara hasil identifikasi dengan kondisi aktual di lapangan. Dengan pendekatan tersebut, penelitian diharapkan mampu memberikan rekomendasi perbaikan yang efektif untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan stabilitas proses pembacaan barcode pada mesin AFM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Problem yang berulang dalam proses produksi menunjukkan bahwa penanggulangan yang telah dilakukan belum sesuai atau belum tepat sasaran pada akar masalah utamanya. Selain menimbulkan *downtime*, proses produksi yang terhambat juga membuat kerugian yang cukup banyak bagi sebuah Perusahaan.

Identifikasi Masalah

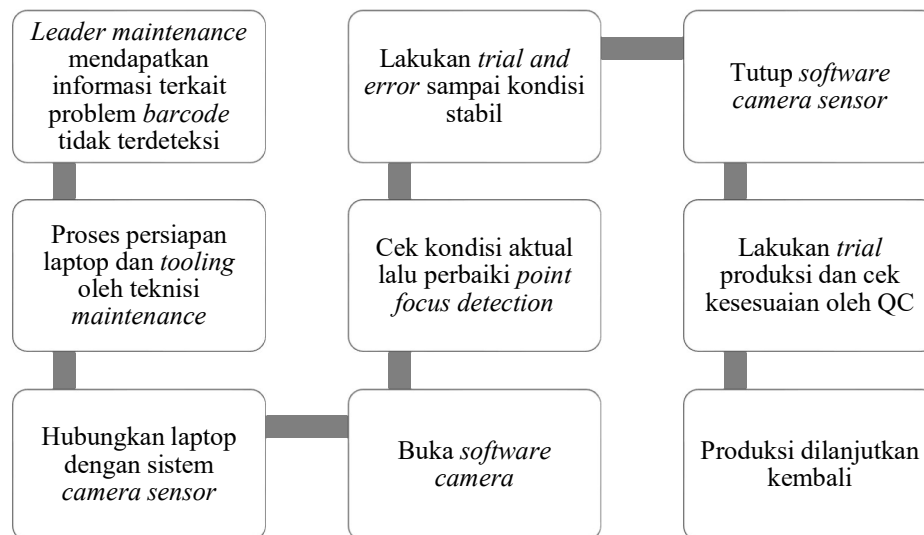
Masalah yang muncul pada mesin insert AFM cukup banyak membuat waktu terbuang, bagi pihak produksi jelas target produksi harian menjadi tidak tercapai. Bagi pihak lain seperti *maintenance* waktu yang seharusnya dapat digunakan untuk proses repair equipment di area standby menjadi terganggu karna harus melakukan proses perbaikan problem di line produksi.

Data kerusakan yang telah terjadi pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret tahun 2026 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Data Downtime Camera Sensor Detection*

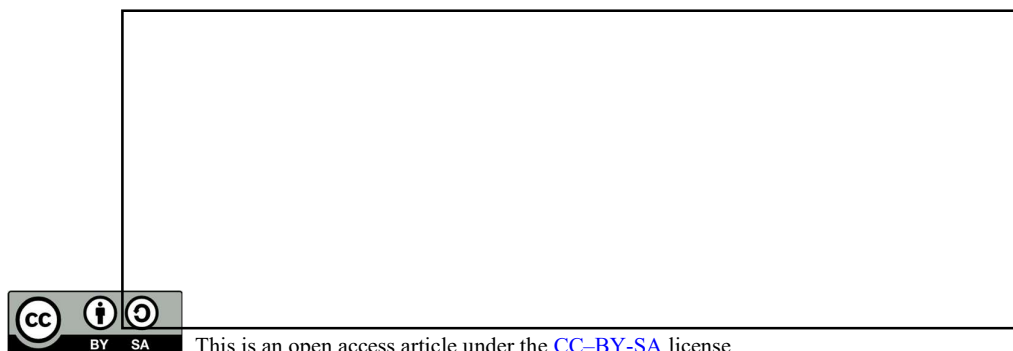
Periode	Frekuensi Error	Total Downtime (menit)
Januari	3 kasus	65
Februari	2 kasus	34
Maret	4 kasus	71
Total	9 kasus	170

Berdasarkan data pada Tabel 1, dalam kurun waktu 3 bulan terakhir ditemukan total waktu downtime sebesar 170 menit. Total waktu tersebut jelas sangat membuat kerugian bagi Perusahaan. Proses perbaikan yang dilakukan oleh tim *maintenance* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Proses Perbaikan Tim Maintenance*

Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa proses perbaikan yang dilakukan oleh tim *maintenance* adalah memperbaiki *point focus detection* pada unit *camera sensor*. Pada *software camera sensor* kita dapat melihat kondisi aktual titik pembacaan, dalam hal ini *sensor camera* melakukan *detection* pada *barcode* model produk. Proses *camera detection barcode* merupakan suatu system pencegahan berlanjut agar tidak terjadi kesalahan model part yang di *assembly* atau sering kita sebut dengan *Pokayoke System*. Tampilan *sensor camera detection barcode* pada Gambar 4.





Gambar 4. Tampilan *Sensor Camera Detection Barcode*

Pada Gambar 4, pada bagian kiri *sensor detection* menampilkan warna merah, Dimana hal tersebut menandakan bahwa proses *detection barcode* tidak berjalan normal. Pada saat proses *sensor detection barcode* berfungsi normal warna yang ditampilkan adalah warna hijau.

Analisa Kondisi Aktual

Pada saat terjadi masalah pada proses *detection barcode*, proses perbaikan dimulai dengan Analisa mendalam yaitu menggunakan metode Analisa kondisi yang aktual dengan pendekatan kategori 4M+1E (*Machine, Method, Material, Man and Environment*). Seluruh aspek kategori dilakukan Analisa agar mendapatkan data aktual yang luas, hasil Analisa ditampilkan pada Tabel 2.

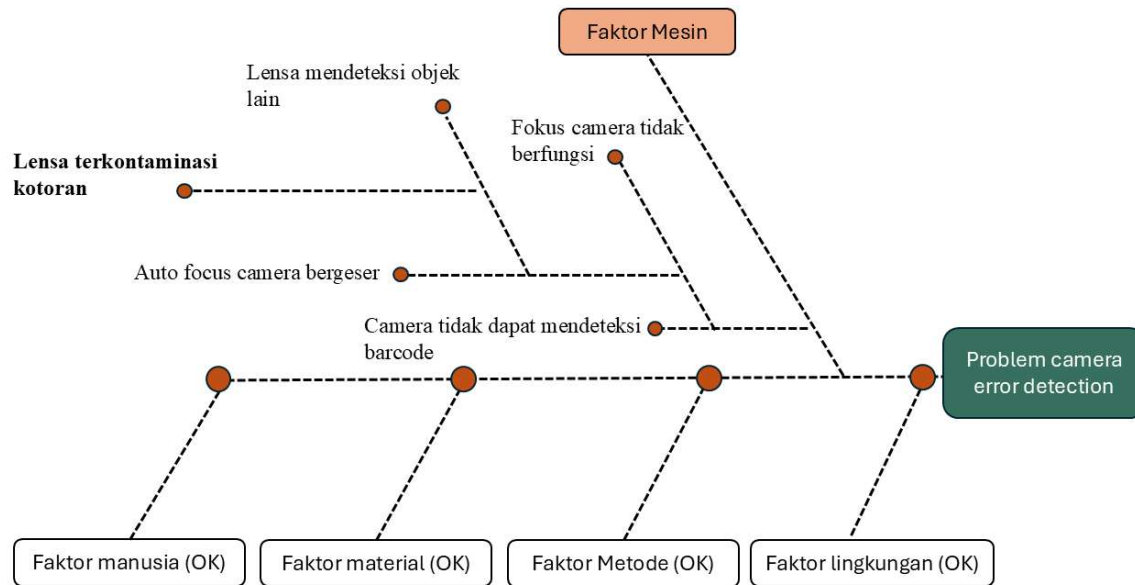
Tabel 2. Data Analisa Kondisi Aktual

No	Faktor yang di Amati	Item Check	Standar	Aktual	Judgement
1	<i>Machine</i> (Mesin)	Proses pengecekan barcode	<i>Camera</i> dapat mendeteksi barcode	<i>Camera</i> tidak dapat mendeteksi barcode	<i>Not Good</i>
2	<i>Material</i> (Material)	Part produk yang memiliki barcode	Barcode terlihat jelas	Barcode terlihat jelas	OK
3	<i>Method</i> (Metode)	Pengoperasian <i>Camera</i>	Bekerja secara otomatis	Bekerja secara otomatis	OK
4	<i>Man</i> (Manusia)	Menjalankan SOP	Menjalankan SOP dengan benar	Menjalankan SOP dengan benar	OK
5	<i>Environment</i> (Lingkungan)	Penerangan area mesin	300 Lux	325 Lux	OK

Hasil Analisa yang ditampilkan pada Tabel 2, menunjukan bahwa camera sensor tidak dapat mendeteksi barcode yang tersedia pada part.

Analisa Fishbone Diagram

Analisa menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* dibutuhkan untuk mengetahui akar dari permasalahan yang sedang dibahas. Pendekatan yang digunakan yaitu menggunakan *why-why analysis*, Dimana setiap masalah yang dihasilkan pada proses Analisa kondisi aktual di cari kembali akar masalah utamanya dengan metode *why-why analysis*. Proses Analisa menggunakan *Fishbone Diagram* ditampilkan pada Gambar 5.

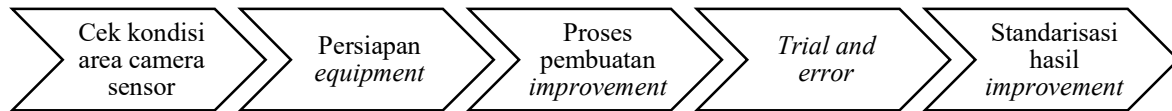


Gambar 5. *Fishbone Diagram*

Pada *Fishbone Diagram* ditemukan bahwa masalah utama pada gagalnya proses *detection* dikarenakan adanya masalah pada lensa *camera sensor*. Jika terus dibiarkan tanpa ditanggulangi, potensi problem akan berulang dikemudian hari yang tentunya itu akan mengakibatkan sejumlah kerugian bagi Perusahaan.

Tahap Perbaikan

Proses perbaikan yang dilakukan pada tahap ini yaitu melakukan *improvement* pada unit *camera sensor detection barcode*. Pada *Fishbone Diagram* ditemukan bahwa akar masalah utamanya adalah adanya kotoran yang menempel pada lensa *camera sensor* dan mengakibatkan proses *focus detection* menjadi terganggu, sehingga proses pembacaan barcode menjadi bermasalah. Rencana *improvement* yang dilakukan yaitu dengan cara menambahkan proses buka tutup lensa dengan *cylinder pneumatic* yang bekerja secara otomatis. Tahap *improvement* yang dilakukan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan Proses *Improvement*

Pada Gambar 6, proses persiapan *equipment* harus di diskusikan secara matang, dikarenakan proses *improvement* ini harus bekerja secara *efektif* dan *efisien* secara biaya. Untuk rincian *equipment* yang digunakan ditampilkan pada Tabel 3.

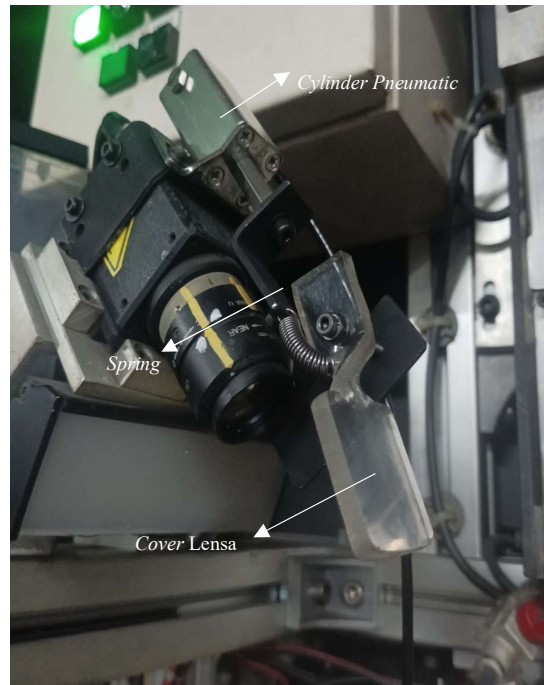
Tabel 3. *Equipment Improvement*

Nama <i>Equipment</i>	Tipe	Jumlah
<i>Cylinder Pneumatic</i>	SMC	1 unit
<i>Spring</i>	<i>Custome</i>	1 buah
<i>Akrilic</i>	<i>Custome</i>	1 unit
<i>Solenoid Valve</i>	SMC	1 unit
Selang angin	Ø 6mm	2 meter

Equipment yang digunakan dalam proses *improvement* yang dilakukan oleh tim *maintenance* ini menggunakan part bekas, yaitu part yang sudah tidak digunakan akan tetapi masih dapat dimanfaatkan kembali [5].

Hasil Perbaikan

Hasil dari proses *improvement* yang dilakukan yaitu ketika dalam keadaan tidak digunakan, lensa akan selalu tertutup dan aman dari kotoran bahkan goresan benda asing. Hal tersebut diharapkan menjadi sebuah jawaban dari masalah yang sebelumnya sering dialami yaitu *camera sensor detection barcode error* dan setelah di analisa dengan mendalam menggunakan Analisa kondisi aktual, lalu di cari akar masalah utamanya menggunakan *Fishbone Diagram* melalui pendekatan *why-why analysis*. Unit camera sensor detection barcode ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Unit Sensor Camera Hasil *Improvement*

Pada Gambar 7, unit sensor *camera detection* sudah menggunakan lensa penutup yang akan terbuka dan menutup secara otomatis menggunakan *cylinder pneumatic system*. Proses kontrol dilakukan oleh *Programmable Logic Control* (PLC) yang sudah tersedia pada unit mesin [14]. Sebagai perbandingan data antara sebelum dan sesudah proses *improvement* terhadap masalah *sensor camera detection barcode* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah *Improvement*

Kondisi	Sebelum <i>Improvement</i>	Sesudah <i>Improvement</i>
Error <i>camera detection</i>	Sering terjadi	Tidak terjadi
<i>Downtime</i> akibat error camera	Tinggi	0 menit
Setting ulang <i>focus camera</i>	Sering dilakukan	Tidak diperlukan

Pada tabel 4 data perbandingan, masalah *error camera detection* sudah tidak terjadi dalam periode waktu 1 bulan setelah proses *improvement*. *Downtime* yang sebelumnya terjadi sebesar 170 menit dalam kurun waktu 3 bulan menjadi 0 menit, sehingga proses *setting focus detection* pun tidak perlu dilakukan kembali oleh tim *maintenance* [15].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, dan evaluasi yang telah dilakukan terhadap permasalahan pembacaan *barcode* pada mesin *Insert Air Flow Meter* (AFM), dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan pendekatan 4M+1E berhasil mengidentifikasi kontaminasi debu pada lensa kamera sebagai akar masalah utama yang mengganggu titik fokus sensor. Penanggulangan masalah ini berhasil diselesaikan melalui tindakan inovasi teknis (*improvement*) berupa pembuatan sistem mekanis *Auto Lens Cover* berbasis *cylinder pneumatic* yang diintegrasikan langsung dengan *Programmable Logic Control*

(PLC) bawaan mesin. *Implementasi* sistem penutup otomatis ini terbukti sangat efektif meningkatkan keandalan sistem pencegahan kesalahan (*Pokayoke system*) di lini produksi, di mana frekuensi kegagalan pembacaan berkurang secara signifikan hingga mencapai nol kasus. Dampak praktis dari perbaikan ini ditunjukkan dengan penurunan total waktu *downtime* mesin secara drastis dari yang semula sebesar 170 menit dalam kurun waktu tiga bulan menjadi 0 menit setelah alat diterapkan. Selain itu, efisiensi kerja tim *maintenance* turut meningkat karena aktivitas perbaikan darurat dan penyetelan ulang (*setting*) fokus kamera secara berulang tidak perlu dilakukan lagi di lapangan.

Sebagai langkah pengembangan selanjutnya, disarankan agar rancangan *Auto Lens Cover* ini dapat distandardisasi serta diimplementasikan pada mesin-mesin produksi lain yang menggunakan sensor kamera sejenis di lingkungan kerja berdebu, disertai dengan penyusunan jadwal perawatan preventif berkala pada komponen mekanis penggerak penutup lensa tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Sihombing, "Analisis Penentuan Target Objektif Pemeliharaan Mesin Berdasarkan Kriteria Downtime," vol. 4, no. 2, pp. 78–83, 2023.
- [2] I. K. Anaam, T. Hidayat, R. Y. Pranata, H. Abdillah, A. Yhuto, and W. Putra, "Vocational Education National Seminar (VENS) Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri," pp. 46–50, 2022.
- [3] I. J. Efendi *et al.*, "Pendeteksian Otomatis Kerusakan Mobil Menggunakan Deep LEarning Berbasis Citra Lewat Perangkat Mobil," vol. 10, no. 1, pp. 199–205, 2025.
- [4] E. I. Punug, "Rancang Bangun Sensor Parkir Kendaraan RodaEmpat Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, pp. 18–24, 2023.
- [5] L. Indrawati and H. K. Surtikanti, "Analisis pengelolaan limbah oli bekas pada pelaku usaha bengkel mobil di kelurahan Cipamokolan kota Bandung," *Environ. Educ. Conserv.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, 2024, doi: 10.61511/educ.v1i1.2024.699.
- [6] I. Nursyamsi and A. Momon, "Analisa Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Seven Tools untuk Meminimalkan Return Konsumen di PT . XYZ," vol. VII, no. 1, pp. 2701–2708, 2022.
- [7] I. Ramadhan and R. Fitriani, "Optimalisasi Efektivitas Preventive Maintenance Berbasis Usage-Based Maintenance untuk Mengurangi Downtime di PT PQR," *J. Integr. Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 166–183, 2025, doi: 10.28932/jis.v7i2.9760.
- [8] A. P. Dhiba and P. Arsiwi, "Penerapan Metode Statistical Process Control Dalam Pengendalian Kualitas Proses Produksi Tahu," vol. 4, no. 2, pp. 140–149, 2025.
- [9] M. Ifdol, A. P. Utama, R. Deokosta, A. Mujid, and H. Kurnia, "Peran Total Quality Management Terhadap Kegagalan Produk dan Cacat Produk (Studi Kasus pada IKM Fabrikasi Manufaktur di Kota Bekasi)," vol. I, no. 2, pp. 43–54, 2025.
- [10] M. Jurnal *et al.*, "Six Sigma Analysis to Reduce Carton Defects in Wraparound Machines," vol. 12, no. 1, pp. 39–51, 2026.
- [11] R. Hidayah, Y. Sasmita, and Y. Prastyo, "Optimalisasi Transfer Material Mesin Injection Melalui Metode DMAIC Untuk Mengatasi Variasi Dimensi Material Recycle," vol. 1, no. 1, pp. 51–65, 2025.
- [12] A. R. Ardiansyah, G. Anindita, and R. Dhani, "Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja," vol. 3, no. 1, pp. 66–73, 2025.
- [13] M. F. Kurnianto, K. Kusnadi, and F. N. Azizah, "Usulan Perbaikan Risiko Kecelakaan

- Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fishbone Diagram,” *SELAPARANG J. Pengabd. Masy. Berkemajuan*, vol. 6, no. 1, p. 18, 2022, doi: 10.31764/jpmb.v6i1.6627.
- [14] D. Erivianto and A. Dani, “Pelatihan Penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) Untuk Meningkatkan Kompetensi Teknisi Pada Pt. Prima Multi Peralatan,” *J. PEDAMAS (Pengabdian Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 3, p. 2024, 2024.
- [15] R. Pramudita, M. Adzi, P. Rammadhan, M. R. Ashari, and R. A. Nafisa, “Analisis Dampak Otomasi Industri terhadap Efisiensi Operasional dan Optimasi Konsumsi Energi,” vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2024.