

ANALISIS CACAT PRODUK DIE CASTING PADA PERUSAHAAN OTOMOTIF DENGAN METODE FISHBONE DIAGRAM

Dizky Valentino¹, Ade Alfian², Muhammad Lutfi Andrean³, Arisky Yudha Pratama⁴, Yudi Prasetyo⁵

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

¹dizkyvalentino58@gmail.com, ²yudhahiphipholy@gmail.com, ³muhlutfi880j@gmail.com

⁴adealfian235@gmail.com, ⁵yudi.prasetyo@pelitabangsa.ac.id

Received: 18-07-2025

Revised: 20-08-2025

Approved: 24-09-2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat pada produk piston dan mengetahui akar penyebabnya, serta merancang solusi perbaikan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas proses Low Pressure Die Casting (LPDC) di perusahaan otomotif. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan studi kasus, pengumpulan data melalui observasi langsung, dokumentasi historis, wawancara teknis, dan pengujian laboratorium, serta analisis menggunakan Fishbone Diagram berbasis 6M dan siklus PDCA (Plan-Do-Check-Act). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis cacat dominan adalah porositas, crack, cold shut, void, dan short shot, dengan defect rate awal sebesar 10,18%. Setelah implementasi perbaikan teknis seperti pengendalian suhu cetakan, modifikasi desain cetakan dan saluran tuang, serta pelatihan operator, terjadi penurunan defect rate menjadi 3,43%. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan analisis Fishbone Diagram dan PDCA secara sistematis efektif dalam menurunkan tingkat cacat produksi dan meningkatkan mutu proses secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Fishbone Diagram, PDCA, Die Casting, Piston, Defect Rate

PENDAHULUAN

Industri otomotif terus berkembang pesat seiring meningkatnya permintaan pasar global dan berkembangnya teknologi manufaktur. Persaingan antarperusahaan otomotif semakin ketat sehingga kualitas produk menjadi faktor krusial dalam mempertahankan daya saing. Komponen otomotif seperti piston memerlukan presisi tinggi, yang salah satunya diproduksi menggunakan metode die casting (Bosse & Lehmhus, 2023). Teknologi ini memungkinkan pembentukan komponen kompleks dalam waktu singkat, tetapi sangat bergantung pada kestabilan proses produksi. Proses die casting menggunakan tekanan tinggi untuk menyuntikkan logam cair ke dalam cetakan logam, menghasilkan produk berdimensi presisi. Namun, kompleksitas proses ini membuatnya sangat rentan terhadap cacat produk seperti porositas, cold shut, mis-run, dan shrinkage (Wikipedia, 2023). Ketidaksesuaian sedikit saja dalam parameter proses dapat menyebabkan cacat serius yang mengakibatkan produk tidak lolos uji kualitas. Berdasarkan observasi di salah satu perusahaan otomotif nasional, ditemukan bahwa cacat produk die casting terjadi secara berulang. Beberapa faktor penyebab utamanya adalah ketidakstabilan suhu cetakan, tekanan injeksi, serta komposisi logam cair yang tidak konsisten (Artizono, 2023). Selain itu, operator sering kali melakukan kesalahan dalam pengaturan mesin atau prosedur kerja akibat kurangnya pelatihan dan pemahaman terhadap SOP.

Faktor manusia menjadi salah satu penyumbang utama dalam cacat proses, seperti ketidaksesuaian dengan standar operasional prosedur (SOP), kurangnya pengawasan, serta minimnya pengalaman kerja (Agustrinus et al., 2020). Sementara itu, mesin yang digunakan pun menunjukkan performa yang tidak optimal akibat keausan, kurangnya kalibrasi, serta pengendalian suhu dan tekanan yang tidak otomatis

(Setiawan et al., 2024). Lingkungan kerja juga berperan penting, terutama dalam hal sirkulasi udara, kebersihan area produksi, dan pengaturan suhu ruangan. Lingkungan yang tidak dikondisikan dengan baik dapat memperbesar peluang terjadinya kontaminasi, penurunan kualitas material, hingga pendinginan logam yang tidak merata (Nursyahbani et al., 2022). Hal ini mengarah pada cacat internal seperti retakan dan rongga yang sulit terdeteksi secara visual. Untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari cacat produk ini, pendekatan yang digunakan adalah metode Fishbone Diagram atau Ishikawa Diagram. Diagram ini memetakan penyebab cacat berdasarkan lima kategori utama: manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan (Wikipedia, 2024). Metode ini banyak digunakan dalam industri manufaktur sebagai alat bantu analisis kualitas karena mampu menyajikan pemetaan sebab-akibat secara visual dan sistematis.

Penggunaan Fishbone Diagram dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor dominan penyebab cacat pada proses die casting komponen piston. Melalui pendekatan ini, manajemen dapat mengetahui faktor mana yang paling berkontribusi terhadap masalah dan dapat segera dilakukan tindakan korektif (Fitriana et al., 2023). Pemetaan ini juga berfungsi sebagai bahan evaluasi untuk pembaruan SOP serta penguatan pengendalian mutu. Untuk memperkuat hasil analisis, Fishbone Diagram dapat digabungkan dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), yang menilai tingkat keparahan (Severity), kemungkinan terjadi (Occurrence), dan kemampuan deteksi (Detection) dari tiap penyebab (Aristriyana & Fauzi, 2023). Kombinasi ini memungkinkan perusahaan menyusun prioritas tindakan perbaikan secara efektif dan efisien. Berdasarkan hasil dari implementasi dua metode tersebut di berbagai studi kasus manufaktur, ditemukan bahwa tindakan perbaikan yang konsisten, seperti pelatihan ulang operator, revisi SOP, serta peningkatan sistem kontrol mesin dan material, mampu menurunkan tingkat cacat hingga lebih dari 30% (Noviani & Hilman, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan analisis akar masalah sangat penting bagi industri yang mengandalkan presisi dan kecepatan produksi tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan metode studi kasus pada proses Low Pressure Die Casting (LPDC) di perusahaan otomotif. Tujuannya adalah mengidentifikasi jenis-jenis cacat pada produk piston dan mengetahui akar penyebabnya menggunakan Fishbone Diagram, serta merancang perbaikan berkelanjutan melalui pendekatan PDCA (Plan-Do-Check-Action). Objek dalam penelitian ini adalah komponen piston yang diproduksi menggunakan metode die casting berbahan dasar aluminium. Komponen ini merupakan bagian vital dalam sistem pembakaran mesin kendaraan, sehingga memiliki tuntutan presisi dan kekuatan tinggi. Proses produksinya dilakukan di lini produksi pengecoran PT ABC, sebuah perusahaan otomotif yang berfokus pada manufaktur komponen mesin. Selama proses produksi, perusahaan tersebut kerap menghadapi permasalahan berupa cacat produk seperti porositas, retak termal, void, dan cold shut, yang berdampak pada kualitas akhir produk serta efektivitas operasional.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui berbagai metode untuk memastikan data yang diperoleh bersifat akurat dan komprehensif. Pertama, dilakukan observasi langsung terhadap proses pengecoran piston untuk mengidentifikasi kondisi aktual di lapangan, termasuk parameter proses dan perilaku

operator. Kedua, dikumpulkan data historis mengenai cacat produk dari bulan Februari hingga Juli 2018, yang diperoleh melalui dokumentasi internal perusahaan. Ketiga, dilakukan wawancara terstruktur dengan operator dan teknisi produksi guna mendapatkan informasi teknis dan kendala yang dihadapi selama proses produksi. Keempat, dilakukan pengujian laboratorium, yang mencakup analisis mikrostruktur untuk mengetahui homogenitas logam, uji kekuatan mekanis guna mengukur ketahanan tekan dan tarik komponen, serta uji ketahanan korosi untuk menilai kualitas permukaan hasil casting. Selain itu, data pendukung seperti checklist inspeksi mutu dan laporan perawatan mesin juga digunakan sebagai referensi dalam analisis.



Gambar 1. Alur Penelitian

Data yang diperoleh dari observasi, dokumentasi, dan pengujian kemudian dianalisis menggunakan beberapa pendekatan. Langkah pertama adalah menghitung persentase defect rate berdasarkan jenis cacat yang ditemukan, seperti porositas atau cold shut, untuk mengetahui proporsi dan tren cacat yang dominan. Analisis utama dilakukan menggunakan metode Fishbone Diagram (Diagram Tulang Ikan) dengan pendekatan 6M, yaitu Man (manusia), Machine (mesin), Method (metode), Material (material), Measurement (pengukuran), dan Environment (lingkungan). Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab cacat secara sistematis. Selanjutnya, proses perbaikan dirancang dan diterapkan menggunakan siklus PDCA (Plan-Do-Check-Act), agar solusi yang diberikan bersifat berkelanjutan dan terukur efektivitasnya. Penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan mengikuti beberapa tahapan utama. Pertama, dilakukan identifikasi masalah melalui observasi lapangan dan pengumpulan data cacat produk. Kedua, dilakukan studi literatur untuk memahami teori terkait proses die casting dan pendekatan Fishbone Diagram dalam menganalisis kualitas. Tahap ketiga adalah analisis penyebab cacat, di mana akar permasalahan dipetakan menggunakan diagram tulang ikan berdasarkan kategori 6M. Keempat, dirancang solusi teknis seperti modifikasi desain cetakan, pengendalian suhu cetakan

dan logam cair, serta peningkatan pelatihan operator. Kelima, solusi tersebut diimplementasikan langsung pada proses produksi, diikuti oleh pengujian kembali untuk mengevaluasi hasil perbaikan. Selanjutnya, dilakukan evaluasi hasil dengan membandingkan tingkat cacat sebelum dan sesudah perbaikan. Terakhir, disusun kesimpulan dan rekomendasi sebagai dasar peningkatan mutu dan efisiensi produksi yang berkelanjutan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Jenis-Jenis Cacat

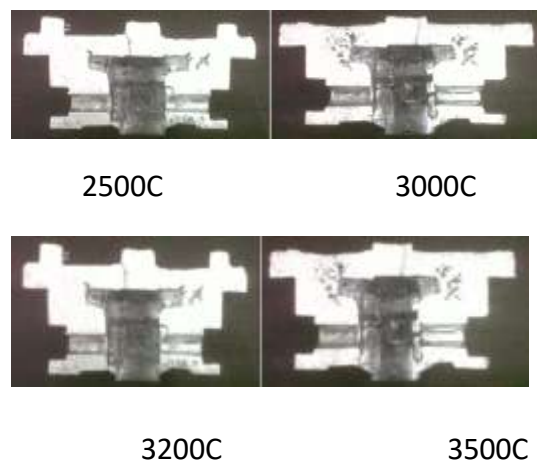
Berdasarkan data Februari–Juli 2018, ditemukan 228 unit cacat dari 1.079 produk piston, atau sekitar 10,18% defect rate. Jenis-jenis cacat utama yang teridentifikasi adalah:

- Porositas
- Retak (Crack)
- Cold Shut
- Void
- Short Shot

Cacat-cacat ini berdampak signifikan pada kualitas dan performa piston, terutama di area berdinding tipis dan bagian penutup.

Pengaruh Temperatur Cetakan

Pengujian variasi suhu cetakan dilakukan pada rentang 250°C hingga 400°C untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas pengecoran. Pada suhu rendah (250–280°C), logam cair mengalami pembekuan dini yang menyebabkan cacat seperti cold shut dan void. Cacat ini cenderung muncul di area berdinding tipis karena logam tidak sempat mengisi rongga cetak secara merata. Ketika suhu ditingkatkan ke 320°C, terjadi peningkatan kualitas pengisian cetakan, permukaan produk menjadi lebih halus, dan cacat cold shut dapat dihilangkan. Suhu ini dianggap optimum karena logam mampu mengalir merata hingga ke bagian kompleks produk sebelum mengalami pendinginan. Namun, suhu yang terlalu tinggi seperti 350–400°C menimbulkan masalah baru berupa penyusutan berlebihan dan permukaan kasar akibat ekspansi dan pemuaian cetakan yang tidak stabil.



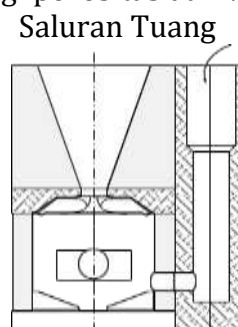
Gambar 2. Cacat yang terjadi dibawah cover piston yang kondisinya dipengaruhi oleh temperatur pemanasan cetakan.

Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur cetakan yang dikontrol pada titik optimum 320°C adalah solusi yang efektif untuk meminimalkan berbagai jenis cacat.

Modifikasi Desain Cetakan dan Saluran Tuang

Desain cetakan dan sistem saluran tuang memegang peran penting dalam mencegah cacat seperti gas terperangkap, penyusutan lokal, serta aliran logam yang tidak merata. Untuk itu dilakukan dua pendekatan modifikasi:

- Penambahan saluran tuang di sisi cetakan – Tujuannya agar aliran logam mendorong gas ke luar cetakan melalui jalur open riser yang telah ada. Hal ini terbukti efektif dalam mengurangi porositas dan void akibat gas terjebak.



Gambar 3. Modifikasi cetakan dengan menggunakan saluran tuang samping.

- Modifikasi kedua dilakukan dengan cara memperbesar volume saluran tuang (**Gambar 4**). Secara teoritis karena penyusutan aluminium relatif besar, maka sprue harus dibuat sebesar mungkin sehingga dapat berfungsi sebagai reservoir logam cair. Perbesaran volume sprue (saluran utama) – Bertujuan sebagai reservoir logam cair agar saat penyusutan terjadi di area padat, suplai logam tambahan masih tersedia. Modifikasi ini membantu mengatasi shrinkage defect di bawah bagian penutup piston.



Gambar 4. Modifikasi dimensi sprue sebagai reservoir bahan pada saat terjadi penyusutan.

Analisis Fishbone Diagram

Fishbone Diagram digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama dari cacat produk. Analisis dilakukan berdasarkan pendekatan 6M (Man, Machine, Method, Material, Measurement, Environment):



Gambar 5. Fishbone Diagram

- Man (Tenaga Kerja): Operator sering kali tidak mengikuti SOP dan tidak memahami dampak perubahan parameter.
- Machine (Mesin): Cetakan aus, pendinginan tidak stabil, serta penurunan tekanan injeksi akibat kerusakan sistem.
- Method (Metode Kerja): Tidak ada standar baku pengaturan suhu dan waktu pengisian logam.
- Material (Bahan Baku): Material terkontaminasi atau tidak bersih, serta perbedaan kualitas antar batch.
- Measurement (Pengukuran): Kurangnya kalibrasi alat ukur menyebabkan hasil evaluasi kualitas tidak akurat.
- Environment (Lingkungan): Suhu ruangan dan kelembaban tidak terkendali, memengaruhi pendinginan dan solidifikasi logam.

Setiap kategori pada diagram berkontribusi pada timbulnya cacat. Identifikasi ini membantu menyusun langkah perbaikan yang terfokus dan efisien.

Implementasi Perbaikan dan Evaluasi Hasil

Tabel 1.
Jumlah cacat Piston / Jenis Cacat Piston dan angka Defect
kecacatan Piston bulan Februari-Juli 2018

Komponen	Bulan												NG (%)
	18-Feb		18-Mar		18-Apr		18-Mei		18-Juni		Total NG (%)		
	Pcs	Def	Pcs	Def	Pcs	Def	Pcs	Def	Pcs	Def			
Piston Standard	285	28	289	18	16	16	21	33	100	32	10,18	10,18	
Piston Oversize	289	31	317	20	14	14	147	13	147	13	7,94	7,94	
Piston High Compression	120	12	142	8	9	8	89	8	89	14	4,88	7,23	
Total	694	48	710	45	38	38	435	59	435	52	1,07	10,79	
Total	694	48	710	45	38	38	117	117	135	48	2,28	0,38	
Total Target Perusahaan	445	228	510	38	38	38	59	52	445	88	2,28	7,23	
	Max. 2%												

Berdasarkan hasil analisis Fishbone dan pengujian teknis, sejumlah langkah perbaikan diterapkan selama periode Agustus hingga Oktober 2018, di antaranya:

- Pelatihan operator secara berkala untuk memastikan pemahaman SOP.
- Penegakan disiplin SOP dan parameter proses.
- Redesain cetakan dengan ventilasi tambahan dan volume sprue diperbesar.
- Perawatan dan kalibrasi mesin secara rutin.
- Peningkatan kondisi lingkungan kerja (ventilasi dan pencahayaan).

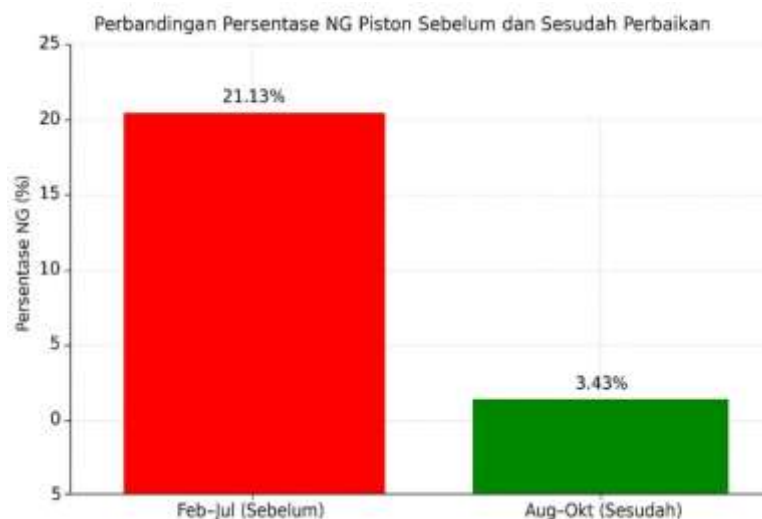
Evaluasi hasil menunjukkan:

- Jumlah produksi: 1.050 unit.
- Jumlah cacat: 36 unit.
- Defect rate: 3,43%.

Penurunan ini cukup signifikan dibandingkan kondisi awal (10,18%). Meskipun belum mencapai target 2%, namun tren perbaikan positif telah dicapai, dan menunjukkan keberhasilan strategi perbaikan yang diterapkan.

Visualisasi Hasil

Untuk memperjelas dampak perbaikan yang dilakukan, berikut adalah perbandingan defect rate sebelum dan sesudah implementasi perbaikan:



Gambar 6. Perbandingan Persentase NG Komponen Piston Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Grafik ini mengilustrasikan efektivitas implementasi modifikasi teknis dan manajerial yang dilakukan. Penurunan defect rate sebesar 6,75% menjadi bukti bahwa penerapan Fishbone Diagram yang dikombinasikan dengan pendekatan PDCA memberikan dampak nyata dalam peningkatan kualitas produksi. Keseluruhan hasil menunjukkan bahwa pendekatan Fishbone Diagram dan PDCA efektif dalam menurunkan cacat produksi. Kombinasi analisis teknis dan manajemen kualitas memungkinkan tim produksi menemukan akar masalah secara sistematis dan melakukan intervensi yang tepat sasaran. Dengan penerapan berkelanjutan, target kualitas <2% dapat dicapai pada siklus produksi berikutnya.

KESIMPULAN

Bahwa penerapan pendekatan analitis berbasis Fishbone Diagram yang dikombinasikan dengan siklus perbaikan PDCA mampu memberikan dampak signifikan dalam menurunkan jumlah cacat produk. Tujuan utama penelitian untuk mengenali jenis cacat dominan, menelusuri akar penyebabnya, dan merancang strategi penanggulangan terbukti tercapai dengan hasil yang terukur. Defect rate yang sebelumnya mencapai 10,18% berhasil ditekan hingga 3,43% melalui serangkaian tindakan perbaikan teknis dan manajerial. Walaupun belum mencapai target perusahaan sebesar $\leq 2\%$, pencapaian ini menunjukkan bahwa pendekatan yang diterapkan berjalan efektif dan konsisten dalam meningkatkan mutu proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustrinus, A., Hendrawan, B., & Santoso, D. (2020). Analisis pengaruh faktor manusia terhadap cacat produksi di industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 115–124.
- Aristriyana, D., & Fauzi, M. (2023). Penerapan Fishbone Diagram dan FMEA dalam Menurunkan Cacat Produk pada Industri Logam. *Jurnal Rekayasa Industri*, 9(1), 51–62.
- Artizono, T. (2023). Production Defect Management in Die Casting Process. *International Journal of Advanced Manufacturing*, 12(3), 77–85.
- Bosse, S., & Lehmhus, D. (2023). Die Casting Technology and Its Application in Automotive Industry. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 145(6), 1021–1034.
- Wikipedia (2023) Die Casting. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Die_casting
- Fitriana, R., Sari, M. P., & Aditya, R. (2023). Implementasi Fishbone Diagram dalam Pengendalian Kualitas Produksi Pengecoran Logam. *Jurnal Teknik Mesin Nusantara*, 11(2), 77–84.
- Noviani, A., & Hilman, A. (2023). Pengaruh PDCA terhadap Penurunan Defect Rate pada Produk Aluminium Casting. *Jurnal Teknik dan Sistem Industri*, 15(3), 201–210.
- Nursyahbani, T., Wahyudi, A., & Ramadhan, F. (2022). Pengaruh lingkungan kerja terhadap cacat produk pada industri komponen otomotif. *Jurnal Ergonomi dan Kesehatan Kerja*, 8(1), 35–42.
- Setiawan, R., Nugraha, Y., & Prasetya, I. (2024). Analisa performa mesin dan pengaruhnya terhadap kualitas produk die casting. *Jurnal Teknologi Mesin*, 13(1), 55–66.
- Wikipedia. (2024). Fishbone Diagram. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram