**PERBAIKAN KUALITAS PROSES PENGECORAN LOGAM PEMBUATAN KOMPONEN PRODUK CASTER BRACKET**

**(STUDI KASUS : DI BALAI BESAR LOGAM DAN MESIN)**

**SUPRIYADI**

**NPM : 228030024**

|  |  |
| --- | --- |
| **A B S T R A K** | **A R T I C L E   I N F O** |
| The metal casting industry in Indonesia plays a strategic role in supporting other manufacturing sectors; however, it faces challenges such as fluctuations in raw material prices, product quality, and process efficiency. One key product, the Caster Bracket, produced at Balai Besar Logam dan Mesin, experienced a high defect rate of 22.9% between June and September 2023, far exceeding the established tolerance standard of 10%. This issue led to financial losses and decreased quality, affecting customer satisfaction. This study aims to implement quality improvements in the metal casting process using a combination of Quality Control Circle (QCC) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), integrated with the Plan, Do, Check, Action (PDCA) cycle. The results show that the structured improvement implementation successfully reduced the defect rate from 23% to 7%, improved product quality, and reduced production costs. With these improvements, Balai Besar Logam dan Mesin is expected to achieve high-quality products with reduced production costs and zero defects.  **Keywords:**  Metal casting industry, Caster Bracket, product quality, product defects, PDCA, FMEA, QCC, zero defect, production cost, quality improvement  Industri pengecoran logam di Indonesia memainkan peran strategis dalam mendukung sektor-sektor manufaktur lainnya, namun sering menghadapi tantangan terkait fluktuasi harga bahan baku, kualitas produk, dan efisiensi proses. Salah satu produk kunci, yaitu Caster Bracket, yang diproduksi di Balai Besar Logam dan Mesin, mengalami tingkat kecacatan yang tinggi, mencapai 22,9% pada periode Juni hingga September 2023, jauh melebihi standar toleransi yang ditetapkan sebesar 10%. Masalah ini menyebabkan kerugian finansial dan penurunan kualitas yang memengaruhi kepuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan perbaikan kualitas dalam proses pengecoran logam dengan menggunakan pendekatan Quality Control Circle (QCC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yang dikombinasikan dengan siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi perbaikan yang terstruktur berhasil menurunkan tingkat cacat dari 23% menjadi 7%, meningkatkan kualitas produk, dan mengurangi biaya produksi. Dengan perbaikan ini, diharapkan Balai Besar Logam dan Mesin dapat mencapai produk berkualitas tinggi dengan pengurangan biaya produksi dan zero defect.  **Kata Kunci:**  Industri pengecoran logam, Caster Bracket, kualitas produk, cacat produk, PDCA, FMEA, QCC, zero defect, biaya produksi, perbaikan kualitas | Industri pengecoran logam di Indonesia ngagaduhan peran strategis dina ngadukung sektor manufaktur séjén, tapi nyanghareupan tantangan sapertos fluktuasi harga bahan baku, kualitas produk, sareng efisiensi prosés. Salah sahiji produk utama, Caster Bracket, anu diproduksi di Balai Besar Logam dan Mesin, ngalaman tingkat cacad anu luhur nyaéta 22,9% dina periode Juni dugi ka September 2023, jauh ngalangkungan standar toleransi anu ditangtukeun nyaéta 10%. Masalah ieu nyababkeun karugian finansial sareng nurunna kualitas produk, anu mangaruhan kapuasan pelanggan. Panalungtikan ieu tujuanana pikeun ngalaksanakeun perbaikan kualitas dina prosés pengecoran logam ngagunakeun kombinasi Quality Control Circle (QCC) sareng Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), anu digabungkeun sareng siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA). Hasil panalungtikan nunjukkeun yén palaksanaan perbaikan anu terstruktur hasilna ngurangan tingkat cacad ti 23% jadi 7%, ningkatkeun kualitas produk, sarta ngirangan biaya produksi. Kalayan perbaikan ieu, Balai Besar Logam dan Mesin diharepkeun tiasa ngahasilkeun produk kualitas tinggi kalayan biaya produksi anu langkung handap sareng tanpa cacad.  **Kecap Konci:**  Industri pengecoran logam, Caster Bracket, kualitas produk, cacad produk, PDCA, FMEA, QCC, zero defect, biaya produksi, perbaikan kualitas  **Corresponding author : Supriyadi**  **Email :** |

**LATAR BELAKANG MASALAH**

Industri pengecoran logam di Indonesia merupakan sektor manufaktur yang sangat penting dalam mendukung berbagai sektor lainnya seperti otomotif, alat berat, konstruksi, pertanian, dan pertahanan. Meskipun memiliki peran strategis, industri ini menghadapi berbagai tantangan, termasuk fluktuasi harga energi dan bahan baku, persaingan global, dan kepatuhan terhadap standar kualitas serta regulasi lingkungan. Di sisi lain, peluang untuk tumbuh tetap terbuka melalui investasi teknologi, peningkatan sumber daya manusia, dan kolaborasi dengan perusahaan multinasional. Dukungan pemerintah dan sektor swasta juga menjadi penggerak utama dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas produk pengecoran.

Dalam hal ini, pengecoran logam memiliki peran krusial sebagai penyedia komponen utama bagi mesin dan alat berat, termasuk produk caster bracket. Proses pengecoran logam mencakup rangkaian yang saling terkait, mulai dari desain casting, pembuatan pola, cetakan, pelelehan, hingga tahap akhir seperti finishing. Kualitas produk pengecoran sangat dipengaruhi oleh efisiensi dan keakuratan pada setiap tahap proses ini. Namun, industri pengecoran kerap dihadapkan pada permasalahan cacat produk (defect) yang tidak hanya menghambat produktivitas tetapi juga menambah biaya produksi.

Salah satu workshop pengecoran logam yang memiliki kontribusi penting adalah Balai Besar Logam dan Mesin. Sebagai unit di bawah Kementerian Perindustrian, workshop ini memiliki misi untuk mendukung industri lokal melalui inovasi teknologi, pengembangan prototipe, dan layanan teknis. Salah satu produk unggulan mereka adalah caster bracket, yang diproduksi menggunakan cetakan pasir basah (greensand) dengan bahan besi tuang kelabu (grey cast iron) kelas FC 250. Material ini memiliki sifat unggul seperti ketahanan terhadap korosi, getaran, dan mudah dalam proses pengecoran, menjadikannya pilihan ideal untuk komponen mesin industri.

Namun, data menunjukkan adanya permasalahan pada proses produksi caster bracket di workshop ini. Berdasarkan laporan Non-Conformity Report (NCR) periode Juni–September 2023, tingkat produk cacat mencapai 22,9%, jauh melebihi batas toleransi 10%. Permasalahan ini menyebabkan target produksi tidak tercapai dengan selisih 1.927 unit dari rencana 8.400 unit. Hal ini juga menimbulkan kerugian finansial sebesar Rp 129.109.000 akibat pengerjaan ulang (rework) dan keluhan pelanggan. Jenis cacat utama yang ditemukan meliputi pinhole (41%), scab (25%), dan penetrasi (21%), yang mengindikasikan perlunya perbaikan proses secara menyeluruh.

Dengan meningkatnya tuntutan pasar akan produk berkualitas tinggi, Balai Besar Logam dan Mesin harus menerapkan langkah-langkah perbaikan kualitas secara bertahap dan berkelanjutan. Strategi ini melibatkan analisis mendalam terhadap akar penyebab cacat, peningkatan efisiensi proses, dan pengendalian kualitas pada setiap tahapan produksi. Langkah-langkah tersebut diharapkan tidak hanya menurunkan tingkat cacat tetapi juga meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya produksi, dan memperkuat kepercayaan pelanggan. Permasalahan kualitas dalam pembuatan Caster Bracket :

**1. Finishing dalam Pembuatan Caster Bracket**

Finishing merupakan tahap akhir dalam pembuatan Caster Bracket, yang bertujuan untuk menghasilkan permukaan produk yang halus, rapi, dan sesuai dengan spesifikasi. Tahap ini dimulai setelah proses fettling selesai, yaitu proses pemisahan produk dari sistem gating dengan cara menggerinda batas antara produk dan saluran tuangnya. Setelah produk terlepas dari sistem gating, sisa material yang menempel pada produk akan dihaluskan menggunakan alat gerinda. Hasil akhir dari tahap finishing yang baik akan memengaruhi kualitas produk secara keseluruhan, terutama dalam hal estetika dan dimensi.

**2. Proses Inspeksi Kualitas**

Setelah tahap finishing selesai, produk Caster Bracket akan diperiksa oleh tim Quality Control (QC). Inspeksi ini meliputi pengecekan cacat visual seperti retakan, goresan, atau lubang kecil yang dapat memengaruhi estetika dan fungsi produk. Selain itu, pengukuran dimensi dilakukan untuk memastikan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Apabila diperlukan, dilakukan juga pengujian tambahan seperti penetran test untuk mendeteksi cacat yang tidak terlihat secara langsung dan uji material untuk memverifikasi komposisi serta sifat mekanis produk. Produk yang lolos inspeksi akan dikirim ke konsumen, sementara produk yang tidak sesuai spesifikasi akan dikembalikan untuk diperbaiki atau diproduksi ulang.

**3. Tahapan Produksi Caster Bracket**

Proses produksi Caster Bracket melibatkan beberapa tahapan utama yang saling berhubungan. Tahap pertama adalah pembuatan pola (pattern making), yang berfungsi sebagai cetakan awal dari produk. Pola dibuat dengan memperhatikan faktor-faktor penting seperti persentase penyusutan, kemiringan pola, bentuk inti, dan ukuran tambahan untuk pengerjaan lanjut. Material utama yang digunakan adalah kayu dengan serat halus dan kadar air maksimal 12%, didukung oleh bahan seperti lem dan dempul untuk memastikan pola memiliki kualitas tinggi.

Tahap kedua adalah pembuatan pasir cetak menggunakan metode green sand. Pasir cetak dibuat dengan mencampur pasir lama, pasir baru, bentonite, dan seacoal, kemudian diaduk hingga homogen menggunakan mixer. Komposisi pasir harus sesuai dengan spesifikasi agar dapat mencetak produk tanpa cacat. Setelah itu, pasir cetak diuji kekuatan tekan dan kadar airnya. Pengujian ini penting untuk memastikan pasir memiliki sifat mekanis yang baik sehingga dapat digunakan dalam proses pengecoran tanpa menyebabkan cacat produk.

**4. Permasalahan Kualitas dan Upaya Perbaikan**

Permasalahan kualitas dalam proses finishing sering kali disebabkan oleh penggerindaan yang kurang sempurna, sehingga meninggalkan sisa material dari sistem gating. Hal ini dapat mengakibatkan permukaan produk menjadi tidak rata atau cacat. Selain itu, ketidakcocokan dimensi juga dapat terjadi akibat ketidakakuratan pada tahap penggerindaan atau inspeksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan pengawasan visual yang lebih ketat, kalibrasi rutin pada alat pengukur, serta pelatihan operator dalam teknik penggerindaan dan inspeksi.

Peningkatan kualitas juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi modern, seperti alat pemindai 3D untuk memeriksa cacat permukaan dan dimensi secara lebih akurat. Dengan langkah-langkah ini, proses produksi diharapkan dapat berjalan lebih efisien dan menghasilkan produk Caster Bracket yang sesuai standar.

Adapun fenomena ketidaksesuaian yang terdapat dalam proses produksi *Caster Bracket* yang di produksi di workshop pengecoran Balai Besar Logam dan Mesin dapat dilihat pada tabel berikut:

KPI Produk *Caster Bracket Workshop* Pengecoran Balai Besar Logam dan Mesin Periode Bulan Juni sampai September Tahun 2023

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Indikator | Rencana | Realisasi | Gap |
| *Output* produksi | 8400 pcs | 6473 pcs | 1927 pcs |
| Cacat produk | 10 % | 22,9 % | 12,9 % |
| Nilai kontrak | Rp. 562.800.000 | Rp. 433.691.000 | Rp. 129.109.000 |

Sumber : *Non Conformity Report* (NCR) *Workshop* Pengecoran Balai Besar Logam dan Mesin 2023

Berdasarkan Tabel diatas dapat dilihat bahwa produk *Caster Bracket* dari laporan hasil produksi *Non Conformity Report* (NCR) dibagian *Quality Control* (QC) di bengkel (*workshop*) pengecoran pada periode bulan juni sampai september tahun 2023 output target produksi hanya memcapai 6473 pcs, sedangakan rencana produksi adalah 8400 pcs. Ini menunjukkan bahwa ada kekurangan produksi, dengan selisih antara output dan rencana produksi sebesar 1927 pcs. Selain itu juga tingkat produk cacat rata-rata mencapai 22,9 %, yang melebihi standar kriteria cacat yang ditetapkan di *workshop* pengecoran yaitu maksimal 10 %. Hal ini menyebabkan perlunya pengerjaan ulang (*rework*), yang menghasilkan biaya tambahan sebesar Rp. 129.109.000 bagi perusahaan. Selain itu, Balai Besar Logam dan Mesin juga menerima keluhan dari konsumen karena produk yang dikirim tidak sesuai dengan permintaan dan mengalami keterlambatan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat masalah proses produksi dan distribusi yang perlu diperbaiki.

**RUMUSAN MASALAH**

Era persaingan ini semakin mendorong pelanggan untuk memilih produk dengan kualitas yang baik. Namun akibat timbul faktor ketidaksesuaian pada produk cor (*casting*) yang diproduksi dan tidak adanya kepastian bahwa kebutuhan pelanggan dapat didefinisikan secara eksplisit adalah permasalahan yang mendasari penelitian ini. Perusahaan harus mengetahui kualitas produk cor (*casting*) yang diinginkan pelanggan, yang belum tentu sesuai dengan apa yang diberikan oleh perusahaan. Untuk menghadapi masalah tersebut, perusahaan harus melakukan perbaikan secara bertahap dan kontinyu. Maka dalam penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah: Perbaikan kualitas proses pengecoran logam studi kasus pembuatan komponen produk *Caster Bracket* di Balai Besar Logam dan Mesin dapat memberikan solusi dan menghasilkan produk cor (*casting*) dengan *zero defect*, *reduce production cost* dan *high quality.*

1. Bagaimana proses perbaikan kualitas dapat diterapkan untuk menurunkan tingkat cacat pada produk *Caster Bracket* di Balai Besar Logam dan Mesin?
2. Apa saja akar penyebab utama dari cacat produksi *Caster Bracket*, dan bagaimana strategi perbaikan kualitas yang efektif dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut?
3. Bagaimana perbaikan kualitas proses pengecoran logam dapat membantu mencapai *zero defect*, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan?

**METODOLOGI**

Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan kombinasi dari metode Quality Control Circle (QCC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) yang dipadukan dengan pendekatan Plan, Do, Check, Action (PDCA). Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki proses pengecoran logam yang digunakan dalam pembuatan Caster Bracket, dengan tujuan mengurangi tingkat cacat, mengoptimalkan biaya produksi, dan mencapai produk dengan kualitas terbaik. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut:

Pada tahap perencanaan, langkah pertama adalah mengidentifikasi dan mengumpulkan data terkait masalah kualitas yang ada pada produk Caster Bracket. Data yang dikumpulkan meliputi laporan inspeksi kualitas, hasil pengujian produk, serta umpan balik dari pelanggan dan tim produksi. Proses ini bertujuan untuk memahami akar masalah yang menyebabkan cacat pada produk.

Kemudian, dilakukan analisis menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Pada tahap ini, tim akan mengidentifikasi setiap potensi kegagalan (failure modes) yang dapat terjadi selama proses pengecoran dan mengevaluasi dampaknya terhadap kualitas produk. FMEA membantu dalam menentukan prioritas masalah yang perlu segera ditangani berdasarkan tingkat keparahan dan frekuensi terjadinya kegagalan.

Setelah itu, tim Quality Control Circle (QCC) akan merumuskan rencana perbaikan dengan mengusulkan tindakan-tindakan korektif dan preventif. Rencana ini meliputi perbaikan dalam proses pengecoran, pemilihan bahan baku yang lebih baik, atau peningkatan pengawasan selama produksi untuk meminimalkan cacat.

Pada tahap pelaksanaan, rencana yang telah disusun dalam tahap perencanaan akan diterapkan dalam praktik. Proses pengecoran akan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah diperbaiki, seperti perubahan teknik pengecoran, pemilihan material yang lebih sesuai, serta perbaikan dalam sistem kontrol kualitas yang diterapkan.

Selama tahap ini, tim produksi juga diberikan pelatihan dan sosialisasi mengenai pentingnya perbaikan kualitas dan bagaimana cara menerapkannya secara efektif. Implementasi FMEA akan terus dilakukan untuk memantau dan mengurangi risiko kegagalan pada setiap langkah proses pengecoran. Proses ini bertujuan untuk mengurangi cacat dan memastikan kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Setelah perbaikan diterapkan, tahap pemeriksaan dilakukan untuk mengevaluasi apakah perbaikan yang diterapkan berhasil mengurangi cacat produk. Proses ini melibatkan inspeksi produk secara menyeluruh untuk mengukur kualitasnya, seperti pengujian dimensi, ketahanan mekanik, dan cacat visual.

Selain itu, data hasil pemeriksaan sebelumnya akan dibandingkan dengan data terbaru untuk menilai apakah ada perbaikan signifikan dalam hal pengurangan cacat dan peningkatan kualitas. Jika ditemukan bahwa perbaikan yang diterapkan sudah berhasil, maka langkah berikutnya adalah memperkuat prosedur tersebut di seluruh lini produksi.

Jika hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa perbaikan yang diterapkan belum sepenuhnya efektif atau belum memenuhi harapan, maka langkah-langkah tambahan akan diambil untuk memperbaiki kualitas produk lebih lanjut. Ini bisa berupa revisi pada teknik pengecoran, pemilihan material tambahan yang lebih sesuai, atau penguatan pengawasan kualitas selama produksi.

Proses ini juga mencakup pengulangan siklus PDCA untuk memastikan bahwa perbaikan kualitas terus dilakukan dan mencapai hasil yang optimal. Tim QCC akan terus menganalisis dan memonitor potensi masalah kualitas yang mungkin muncul serta merencanakan tindakan preventif lebih lanjut.

Dengan penerapan metodologi ini, diharapkan perusahaan dapat mencapai tujuan utama yaitu:

* Zero defect: Menghasilkan produk Caster Bracket tanpa cacat atau kerusakan yang berarti.
* Pengurangan biaya produksi: Dengan perbaikan kualitas yang berkelanjutan, biaya yang timbul akibat pemborosan atau cacat dapat diminimalkan.
* Peningkatan kualitas produk: Meningkatkan kepuasan pelanggan melalui produk yang lebih berkualitas dan konsisten.

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

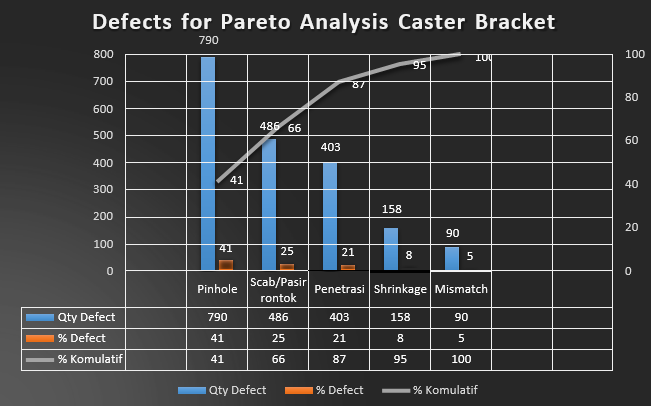
Pada tahap *Plan* (Perencanaan), analisis dilakukan terhadap data kecacatan produk Caster Bracket yang dikumpulkan dari periode Juni hingga September 2023. Hasilnya menunjukkan bahwa sekitar 23% dari total produksi, atau 1.927 unit, adalah produk cacat, dengan tiga jenis cacat utama yang dominan, yaitu Pinhole (41%), Scab (25%), dan Penetration (21%). Hal tersebut bisa dilihat pada tabel dibawah ini

**Tabel Data Rekapitulasi Produksi dan Kecacatan Produk Caster Bracket Periode Juni- September 2023**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bulan** | **Jumlah**  **Produksi (pcs)** | ***Good Product***  **(pcs)** | **%** | ***No Good***  **(pcs)** | **%** | **Total Jenis Cacat (pcs)** | | | | |
| ***Scab*** | ***Pinhole*** | ***Shrinkage*** | **Penetrasi** | ***Mismatch*** |
| Juni | 1800 | 1407 | 78 | 393 | 22 | 103 | 154 | 34 | 88 | 14 |
| Juli | 2640 | 1964 | 74 | 676 | 26 | 174 | 280 | 50 | 141 | 31 |
| Agustus | 2640 | 2061 | 78 | 579 | 22 | 146 | 234 | 48 | 119 | 32 |
| September | 1320 | 1041 | 79 | 279 | 21 | 63 | 122 | 26 | 55 | 13 |
| **TOTAL** | **8400** | **6473** | **-** | **1927** | **-** | **486** | **790** | **158** | **403** | **90** |
| **Rata-rata** | **2100** | **1618** | **77** | **482** | **23** | **122** | **198** | **40** | **101** | **23** |

Sumber : Departemen Quality Control (QC) Workshop Pengecoran Balai Besar Logam dan Mesin

**Gambar**

**Diagram Pareto Kecacatan Produk Caster Bracket**  
Sumber : Departemen Quality Control (QC) Workshop Pengecoran

Balai Besar Logam dan Mesin

Berdasarkan Diagram Pareto, sekitar 87% kecacatan disebabkan oleh Pinhole (41%), Scab (25%) dan Penetration (21%). Ketiga jenis cacat tersebut, yang menjadi fokus utama dalam perbaikan kualitas. Lengkapnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini:

Penggunaan Fishbone Diagram membantu mengidentifikasi penyebab dari setiap jenis cacat, seperti kelembaban pasir cetak yang tinggi untuk Pinhole, kualitas cetakan yang kurang kuat untuk Scab, dan permeabilitas rendah pada pasir cetak untuk Penetration.

Pada tahap *Do* (Pelaksanaan), perbaikan dilakukan dengan mengimplementasikan rencana yang telah disusun pada tahap perencanaan. Proses pengecoran dimulai dengan persiapan cetakan yang meliputi pembuatan pola cetakan dan pengujian kualitas pasir cetak, yang bertujuan untuk meminimalisir cacat seperti *Shrinkage* dan *deformasi*. Selanjutnya, proses *Molding* dilakukan dengan pemadatan pasir cetak menggunakan sand rammer untuk memastikan kekuatan cetakan yang optimal, mengurangi kemungkinan cacat Scab dan Penetration. Pada tahap *Stripping & Assembly*, penambahan ventilasi yang tepat dan pemeriksaan sistem saluran dilakukan untuk mencegah Pinhole dan memastikan aliran logam cair yang lancar. Setelah itu, tahap Melting & Pouring dilakukan dengan pengontrolan suhu dan waktu penuangan yang ketat, serta pembersihan slag untuk menghindari kontaminasi. Terakhir, produk menjalani *Fettling, Inspection & Finishing*, yang memastikan bahwa produk akhir bebas dari cacat visual dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Dengan implementasi langkah-langkah perbaikan tersebut, kualitas produk meningkat secara signifikan, dan tingkat kecacatan yang sebelumnya terjadi dapat ditekan.

Pada tahap *Check*, dilakukan evaluasi terhadap efektivitas perbaikan yang telah diterapkan. Data menunjukkan bahwa perbaikan pada kontrol proses, pembersihan rutin, dan pemilihan material berhasil menurunkan tingkat kecacatan. Peningkatan permeabilitas pasir cetak, kontrol suhu, dan waktu penuangan secara signifikan mengurangi cacat seperti Pinhole, Scab, dan Penetration. Penggunaan bentonite berkualitas tinggi dan penyesuaian rasio air-pasir juga memperbaiki kekuatan cetakan, sehingga meningkatkan kualitas produk dan mengurangi cacat.

Pada tahap *Action*, langkah-langkah perbaikan difokuskan pada pembuatan operasi proses dan item kontrol. Prosedur produksi distandarisasi untuk memastikan setiap tahapan, mulai dari persiapan pola hingga pengiriman produk, dilakukan secara konsisten. Pembuatan item kontrol yang meliputi pengukuran Green Compressive Strength, permeabilitas pasir, dan waktu penuangan memastikan setiap parameter kritis tetap dalam batas standar. Pengendalian suhu dan waktu lebih ketat, serta standarisasi bahan cetakan, mengurangi risiko cacat termal dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan penurunan cacat dari 23% menjadi 7%, menandakan keberhasilan implementasi perbaikan yang terstruktur dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi Caster Bracket di Balai Besar Logam dan Mesin.

**KESIMPULAN**

Terdapat tingkat cacat yang signifikan selama periode Juni hingga September 2023, dengan cacat Pinhole, Scab dan Penetration menjadi jenis cacat yang paling dominan, mencakup sekitar 87% dari total kecacatan produk. Cacat Pinhole memiliki persentase terbesar (41%), diikuti oleh Scab (25%) dan Penetration (21%). Ketiga jenis cacat ini memerlukan fokus utama dalam perbaikan karena berdampak signifikan pada kualitas produk.

Pendekatan yang menggabungkan Quality Control Circle (QCC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam siklus PDCA (Plan-Do-Check-Action) terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis penyebab utama cacat, memprioritaskan tindakan korektif berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), serta menghasilkan perbaikan yang terarah pada cacat yang paling berdampak.

Perbaikan yang diterapkan menghasilkan penurunan cacat secara signifikan dari 23% menjadi 7%, dengan pengurangan pada jenis cacat utama Pinhole, Scab, dan Penetration. Data ini menunjukkan bahwa peningkatan parameter kritis seperti permeabilitas pasir, kontrol suhu, dan ventilasi cetakan sangat berpengaruh dalam mencapai kualitas produk yang lebih tinggi dan mengurangi jumlah produk cacat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adriantantri, E., Indriani, S., & Saifulloh, R. (2023). Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Quality Control Circle (QCC) dan Plan, Do, Check, Action (PDCA). Prosiding SENIATI, 7(2), 225–229. https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2.8058

Amol Sampat Deshmukh. (2023). Total Quality Management (TQM): A Need of Industry for Quality Product. International Journal of Pharmacy and Chemistry, July. https://doi.org/10.11648/j.ijpc.20230902.12

ASM International. (1988). Casting, Metals Handbook, 9 ed. (Volume 15). ASM International.

Asyhar, D. Z. T., Kurniasih, D., & Sumerli, C. H. (2024). Analisis Penyebab Kegagalan Proses Produksi Celana Training Wanita Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) (Studi Kasus: Pt. Sansan Saudaratex Jaya) (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).

Aziz, R. Z. A. (2019). Total Quality Management (Tahapan Impelemntasi TQM dan gugus kendali Mutu). In Darmajaya ( DJ ) Press.

Beeley, P. (2001). Foundry Technology Second Edition. Butterworth Heinemann.

Casting, M. (n.d.). Inspection: Delivering Quality Castings. Retrieved July 28, 2024, from https://www.reliance-foundry.com/blog/quality-castings-inspection

Dahniar, T. (2022). Pengendalian Mutu Produk pada Industri Komponen Sepeda Motor Menuju Zero Defect untuk Mencapai Optimalisasi Manufaktur. Pascal Books. https://books.google.co.id/books?id=5FRzEAAAQBAJ

Dahniar, T., & Sarwoko, W. (2024). Optimalisasi Kualitas Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) untuk Meningkatkan Kualitas Produk Di PT. KMIL. 8(2), 1–9.

Dharsono, W. W. (2021). Meningkatkan Produktivitas Granule Pada Produksi Rokok Dengan Mengunakan Metode Quality Control Circle (Studi Kasus PT XYZ Pasuruan). Jurnal FATEKSA: Jurnal Teknologi 50–59.

Dharsono, W. W. (2023). Meningkatkan Standarisasi Operasional Tempat Kerja Pada Produksi Rokok SKT Di PT ZYX Dengan Metode Quality Control Circle (QCC). Jurnal Teknologi Dan Rekayasa, 8(1), 16–25. https://uswim.e-journal.id/fateksa/article/view/496

Erina Kiki, Darwin Lie, Efendi, & Sisca. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas (Qualitycontrol) Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Yang Dihasilkan Pada Cv Bina Tehnik Pematangsianta. Jurnal Manajemen Dan Keuangan, 7(1), 24–33.

Erwindasari. (2020). Penerapan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam Perbaikan Kualitas Produk. Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 2, 503–515.

Fajrin, A. F., Industri, J. T., Industri, F. T., Ngasem, K., Sukolilo, K., & Timur, S. J. (2024). Perspektif Quality Control Circle dan Quality Loss Function (Studi Kasus PT. XYZ). 19(2), 76–86.

Feng Liu. (2008). Optimized Design of Gating / Riser System in Casting Based on CAD and Simulation Technology (Issue December). Worcester Polytechnic Institute.res.

Hii, D. H., Muhammad, N. A., & Muhammad, N. (2024). Synergizing FMEA and PDCA for superior risk management and process improvement in the semiconductor industry: a case study. International Journal of Production Management and Engineering, 12(2), 180–194. https://doi.org/10.4995/ijpme.2024.21469

Holtzer, M., & Kmita, A. (2020). Green Sands. In Mold and Core Sands in Metalcasting: Chemistry and Ecology : Sustainable Development (pp. 243–276). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53210-9\_10

Iqbal, M., Industri, T., Industri, T., & Industri, T. (2024). Donggala Motif Songket Dengan Metode Seven Tools dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT Bintang Tri Putratex. 19(2), 136–149.

J. S. Association. (1995). JIS G 5501. Association, Japanese Standards.

Levelink, H. G. (n.d.). Explosive penetration. Retrieved July 22, 2024, from https://www.foundrygate.com/#/search?query=Explosive penetration

Nunes, R. M. (1992). ASM Metals HandBook Volume 15, Casting 9th Edition. ASM International.

Nyoko, A. E. L. (2020). Penerapan Quality Control Circle Pada Sub Divisi Penjualan Proyek Pt. Bintang Anugerah Surabaya Dalam Usaha Mencapai Target 100% Penjualan Customer Vip. Dosen Tetap Jurusan Administrasi Bisnis FISIP-Undana, July 2020, 107–124.

Pambudi, N. P. (2020). Analisis Risk Mamagement Untuk Memberikan Usulan Perbaikan Kualitas Celana Chinos Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis) (Studi Kasus : UD . Lucky Jeans). Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering, January, 149–168.

Prasetyawati, M., Dewiyani, L., & Sudarwati, W. (2024). Upaya Penurunan Defect Porosity Pada PT. EPI Menggunakan Metode PDCA. Jurnal Teknik Industri, 10(1), 22–33.

Purnamawati. (2020). Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kualitas Produk Dan Persepsi Harga Terhadap Minat Beli Ulang di Bandung Collection Kecamatan Kuta Utara, Badung. Online Internasional & Nasional, 1(3), 171–181. www.journal.uta45jakarta.ac.id

Putri, V. K. M. (n.d.). Prinsip-prinsip Pengendalian Mutu. Retrieved July 24, 2024, from https://www.kompas.com/skola/read/2022/11/30/070000469/prinsip-prinsip-pengendalian- mutu

R. Widodo. (n.d.). HAPLI (Himpunan Ahli Pengecoran Logam Indonesia). Hapli.Wordpress.Com. Retrieved June 28, 2024, from https://hapli.wordpress.com/

Rachmawati, M., & Purnama, J. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Guna Meminimalkan Jumlah Cacat Pada Produk Nice Burlwood Console Table. Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri, 14(1), 116–123. https://doi.org/10.36040/industri.v14i1.6773

Rahayu, Y. (2020). Perlakuan Akuntansi Yang Tepat Terhadap Produk Cacat Pada Perusahaan Berdasarkan Pesanan. Jurnal Ilmiah Ilmu Ekonomi, 9(1), 3.

Rahmawati, A. (2024). Menghilangkan Issue Hole Not Center Fuel Tank Yang Berpengaruh Terhadap Achievement Yang Ada Di “Line Assembly’’ Pada Pt Xyz Dengan Metode Why- Why Analysis (QCC And PDCA). 3(1), 266–277.

Ramlawati. (2020). Total Management Quality (I. Safar (ed.); first edit). Nas Media Pustaka.

Rao, T. R. (2013). Metal Casting Principles and Practice. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699.

Revita, I. (2021). Studi Empiris Pengendalian Kualitas Produk Pada Vieyuri Konveksi Empirical Study of Quality Control in Vieyuri Konveksi. Bisnis-Net Jurnal Ekonomi Dan Bisnis, 4(2), 39–49. https://doi.org/10.46576/bn.v4i2.1695

Rinoza, M. (2021). Analisa Rpn (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresordouble Screw Menggunakan Metode Fmea Di Pabrik Semen Pt. Xyz. Cetak) Buletin Utama Teknik, 17(1), 1410–4520.

Rizqi, A. W., Yuliana, S. D., & Ummah, N. H. (2022). Integrasi Quality Control Circle (QCC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Untuk Perbaikan Kualitas Produksi Sarung. Kaizen : Management Systems & Industrial Engineering Journal, 5(2), 1–9.

Rokhmah, A. (2023). Implementasi Quality Control Circle (Qcc) Untuk Meningkatkan Produktivitas Recoiling Line. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 11(2), 163–175. https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v11i2.20999

Serope Kalpakjian. (2017). Manufacturing Processes for Engineering Materials (Fifth Edit, Vol.01).

Sertucha, J., & Lacaze, J. (2022). Casting Defects in Sand‐Mold Cast Irons—An Illustrated Review with Emphasis on Spheroidal Graphite Cast Irons. Metals, 12(3), 1–80. https://doi.org/10.3390/met12030504

Shiyamy. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Statistical Process Control.

Jurnal Ilmiah Manajemen, 2(2), 32–45.

Stephen D. Chastain. (2004). Metal Casting A Sand Casting Manual for the Small Foundry Volume II (Vol. 2, p. 125).

Sumerli, C. H., & Putri, P. (2021). Perancangan Ulang Proses Untuk Mereduksi Waktu Proses dan Meningkatkan Kapasitas Produksi Yang Lebih Efektif Agar Dapat Meningkatkan Pendapatan. Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR), 4, 228-233

Surdia, T., & Chijiiwa, K. (1980). Teknik pengecoran logam. Pradnya Paramita.

Treyger, A. (2005). Overview of Foundry Processes and Technologies : Manufacturing Metal Castings. Continuing Education and Development, Inc. 22.

Utama, V., & Setiafindari, W. (2022). Analisis Pengendalian Defect Pitch Bolt Over Pada Part Reinf Roof Rail Fr Lh Di Pt Indonesia Thai Summit Auto. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer, 2(2), 53–72. https://doi.org/10.51903/juritek.v2i2.409

Wibowo, Y. P., & Pratiwi, I. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Manhole Cover Menggunakan Metode FTA dan FMEA. Seminar Nasional Teknik Dan Manajemen Industri, 2(1), 175–184. https://doi.org/10.28932/sentekmi2023.v2i1.163

Wulandari, R. S. (2022). Journal Knowledge Industrial Engineering Analysis of Product Defects in the Packing Production Process at PT.XYZ Using FTA and FMEA Methods. Journal Knowledge Industrial Engineering), 9(1), 52–60. http://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/jkie

Yury S. Lerner & P.N. Rao. (2013). Metal Casting Principles & Techniques. Published by the American Foundry Society.

Zacharias, M. (2022). The Importance of Quality Control for The Success of A Company. Asian Journal of Logistics Management, 1(2), 99–106. https://doi.org/10.14710/ajlm.2022.16787