

Evaluasi Pemborosan Mesin Bending Berbasis Pendekatan *Statistical Process Control* dan *Overall Equipment Effectiveness*

Ahmad Syahri Muzakki^{1✉}, Yanuar Pandu Negoro², Hidayat³

^{1, 2, 3} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 18-02-2024
Direvisi : 20-02-2024
Diterima : 26-02-2024

Kata Kunci:

Defect; Kualitas; Mesin;
OEE; SQC

Keywords :

Defect; Quality; Machine;
OEE; SQC

Corresponding Author :

Ahmad Syahri Muzakki
Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No.101, GKB, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, Indonesia
Email: rahmatzaki001@gmail.com

ABSTRAK

PT. ASM merupakan sebuah perusahaan yang beroperasi di sektor baja. Dalam produksi tentunya penting menjaga produktifitas pada mesin untuk tetap menjaga performa kualitas produksi. Dalam penelitian ini Metode *Statistical Quality Control* (SQC) diterapkan sebagai pendekatan manajemen mutu untuk mengontrol proses dan kualitas produk dengan mengintegrasikan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan SQC. Data primer diperoleh melalui wawancara terkait proses produksi, fungsi mesin, dan penyebab kecacatan dalam produksi, sedangkan data sekunder diperoleh dari rekapan data perusahaan terkait defect dalam produksi. Berdasarkan hasil diagram Pareto, ditemukan bahwa sebesar 55% dari permasalahan adalah tidak presisi, sementara 45% disebabkan oleh besi retak selama proses produksi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa cacat produk terutama disebabkan oleh retakan pada besi dan ketidak presisian pada mesin.

ABSTRACT

PT. ASM is a company operating in the steel sector. In production, it is of course important to maintain machine productivity to maintain production quality performance. In this research, the *Statistical Quality Control* (SQC) method is applied as a quality management approach to control process and product quality by integrating *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) and SQC. Primary data was obtained through interviews related to the production process, machine function, and causes of defects in production, while secondary data was obtained from company data recaps related to defects in production. Based on the results of the Pareto diagram, it was found that 55% of the problems were imprecise, while 45% were caused by iron cracking during the production process. Thus, it can be concluded that product defects are mainly caused by cracks in the iron and lack of precision in the machine.

PENDAHULUAN

PT. ASM merupakan sebuah perusahaan yang beroperasi di sektor baja, di mana mesin produksi dan peralatan memegang peran penting dalam proses operasionalnya. Terdapat beberapa masalah yang dihadapi, khususnya pada mesin bending hidrolik, yang sering mengalami kerusakan atau memerlukan perbaikan secara berkala. Mesin bending hidrolik merupakan mesin menggunakan sistem kerja hidrolik, sehingga dapat memudahkan dalam mengoperasikan setiap

pekerjaan penekukan palat, mesin bending hidrolik ini memberikan tekukan yang mendekati akurat sehingga banyak sekali perusahaan yang menggunakannya. Mesin ini salah satu mesin yang sangat menentukan hasil produksi, jika terjadi kerusakan pada mesin bending hidrolik maka kegiatan tidak dapat berjalan lancar. Kerusakan mesin disebabkan karena waktu beroperasi berlebihan (Hasanudin, 2020). Meskipun telah dilakukan *autonomus maintenace* sesuai standart perawatan, akan tetapi masih dijumpai permasalahan yaitu kerusakan mesin yang mengakibatkan berhentinya beroperasi mesin bending. Dampak dari kerusakan mesin yaitu hasil produksi tidak sesuai dengan standart produksi yang diterapkan

Pendekatan pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan menggunakan teknik matematika berbasis statistic (Firmansyah dkk., 2022). *Seven Tools* merupakan salah satu pendekatan pengendalian kualitas yang banyak diterapkan pada usaha manufaktur (Novita & Irawan, 2022) dan menggunakan metode efektivitas peralatan (OEE) (Hardiatama dkk., 2022). Metode tersebut dipilih karena belum adanya kegiatan evaluasi mengenai keefektifan mesin yang sering mengalami kerusakan. Penilaian efektifitas mesin dilakukan menggunakan metode OEE untuk mengevaluasi kemampuan mesin dan mengatasi masalah *breakdown* (Argarino dkk., 2021). Hasil OEE akan menjadi acuan untuk menentukan perbaikan yang diperlukan pada mesin (Argarino dkk., 2021; Siagian dkk., 2022). Metode SQC diterapkan sebagai pendekatan manajemen mutu untuk mengendalikan proses dan kualitas produk (Dewangga, 2022; Permono dkk., 2022), dengan mengintegrasikan OEE dengan SQC. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pemanfaatan SQC dalam menyelesaikan masalah dengan membatasi masalah berdasarkan hasil OEE.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2023. Objek penelitian berfokus pada divisi produksi PT. ASM. Data yang diperlukan untuk penelitian ini bersifat kuantitatif, mencakup parameter seperti jumlah produksi dan defect dalam produksi. Penelitian ini melibatkan beberapa fase, termasuk proses pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Metodologi yang digunakan meliputi Statistical Process Control dan Overall Equipment Effectiveness, dengan tujuan untuk mengidentifikasi peningkatan jumlah defect dalam produksi.

Penelitian dimulai dengan melakukan survei dan observasi langsung di lapangan. Berdasarkan hasil studi lapangan, terungkap bahwa jumlah kecacatan dalam produksi semakin meningkat, sehingga dilakukanlah penelitian literatur. Penelitian ini melibatkan dua jenis data, yaitu data utama dan data sekunder, yang digunakan sebagai dasar untuk memfasilitasi proses pemecahan masalah. Data utama diperoleh melalui wawancara terkait proses produksi, fungsi mesin, dan penyebab kecacatan dalam produksi, sementara data sekunder diperoleh dari rekapitulasi data perusahaan terkait defect dalam produksi. Setelah itu, data diolah dan dianalisis untuk memberikan solusi terhadap tantangan yang dihadapi oleh entitas perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemrosesan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan *Statistical Quality Control* dan *Overall Equipment Effectiveness*, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian *Analisis Pengendalian Kualitas Pada Divisi Rakit Body Dengan Menggunakan Alat Pengendali Statistik* (Firmansyah dkk., 2022), akan tetapi penelitian penulis menambahkan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* agar mengetahui presentase *Availability Ratio*, *Performance ratio*, *quality of rate* dan nilai OEE.

Availability Ratio

Availability adalah rasio waktu operasi aktual terhadap keseluruhan total waktu. (Siagian dkk., 2022), Nilai *availability* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Availability = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Waktu pemuatan (*loading time*) merupakan hasil pengurangan antara waktu yang tersedia (*available time*) dan waktu berhenti (*downtime*) mesin yang telah direncanakan sebelumnya (*planned downtime*).

$$loading\ time = available\ time - planned\ time \quad (2)$$

Waktu operasi merujuk pada total waktu proses yang efektif dalam konteks ini, yang dihitung sebagai selisih antara waktu pemuatan (*loading time*) dengan waktu berhenti (*downtime*) mesin. Rumusan dapat dinyatakan sebagai berikut:

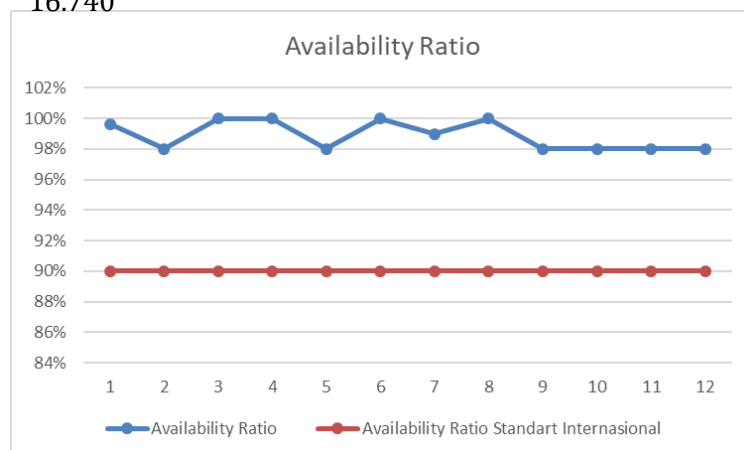
$$Operation\ time = loading\ time - dwon\ time \quad (3)$$

Perhitungan *Availability Rasio*

$$Loading\ Time = 18600 - 1860 = 16.740$$

$$Operating\ time = 16.740 - 60 = 16.680$$

$$Availability = \frac{16.680}{16.740} \times 100\% = 98\%$$



Gambar 1 *Availability Ratio* periode Desember - November 2023

Sumber : Olah Data Primer

Berdasarkan hasil presentase rasio ketersediaan yang tercantum dalam Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa rata-rata persentase ketersediaan pada periode bulan Desember hingga November 2023 adalah 98%. Namun, terdapat penurunan pada bulan Agustus hingga November yang juga mencapai 98%

Performance Efficiency

Efisiensi Kinerja (*Performance Efficiency*) merupakan hasil dari perkalian antara rasio kualitas produk yang dihasilkan dengan menggunakan waktu siklus yang ideal, kemudian dibagi dengan total waktu yang tersedia untuk menjalankan proses produksi (*operation time*). Ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai tersebut efisiensi kinerja adalah sebagai berikut: (Argarino dkk., 2021).

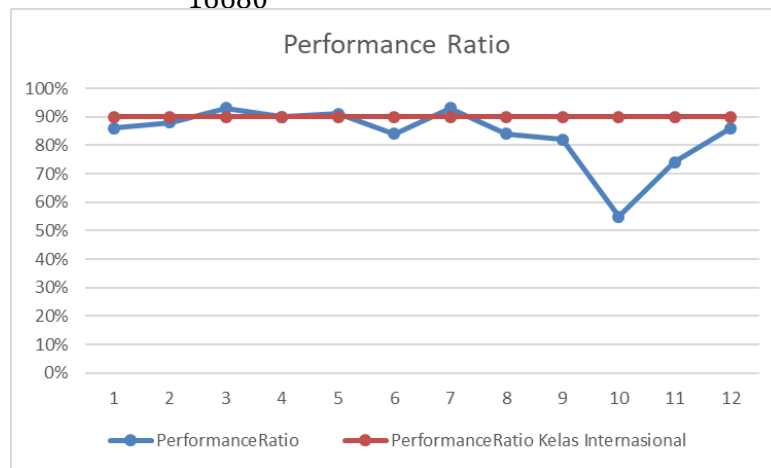
Waktu siklus ideal (*Ideal cycle time*) merujuk pada waktu yang diperlukan dalam suatu proses untuk menghasilkan output tertentu. Dengan kata lain, waktu siklus merupakan periode waktu yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu tugas atau pekerjaan.

$$Performance\ Efficiency = \frac{procesed\ efficiency \times ideal\ cycle\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (4)$$

Perhitungan *Performance Ratio*

Ideal Cycle Time = 9 jam

$$\text{Performance Ratio} = \frac{1600 \times 9}{16680} \times 100\% = 86\%$$



Gambar 2 *Performance Ratio* periode Desember - November 2023

Berdasarkan hasil persentase rasio kinerja yang terdokumentasi dalam Gambar 2, dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata persentase rasio kinerja pada rentang bulan Desember hingga November 2023 adalah 86%. Namun, terdapat penurunan signifikan pada rentang bulan Agustus hingga November yang mencapai 55%. Nilai tersebut belum memenuhi standar internasional yang ditetapkan.

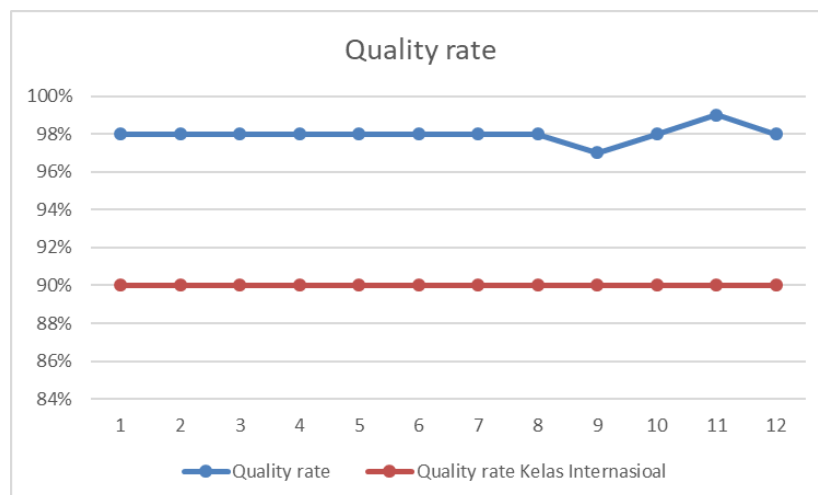
Rate Of Quality

Rate of Quality adalah rasio yang mencerminkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar yang ditetapkan (Argarino dkk., 2021). Metode perhitungan yang diterapkan untuk mengukur rasio ini adalah

$$\text{Rate of Quality} = 1 - \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Rate Of Quality} = 1 - \frac{20}{1600} \times 100\% = 1 - 1,25$$

$$= 100 - 1,25 = 98,75\%$$



Gambar 3 *Rate Of Quality* periode Desember - November 2023
Sumber : olah Data Primer

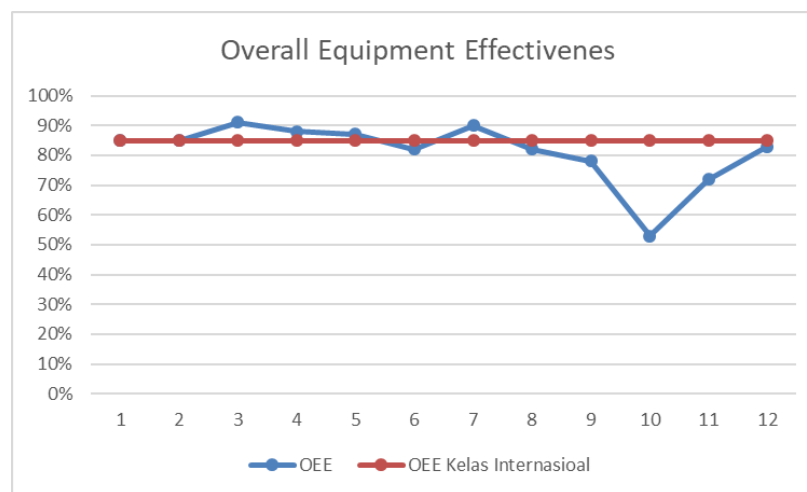
Dari data persentase Tingkat Kualitas yang tercatat dalam Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa rata-rata Tingkat Kualitas selama periode bulan Desember hingga November 2023 adalah 98%. Namun, terdapat penurunan pada bulan Agustus, mencapai 97%.

Perhitungan OEE

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah metode untuk mengukur tingkat efektivitas penggunaan peralatan atau sistem dengan mempertimbangkan beberapa aspek dalam perhitungannya. (Argarino dkk., 2021). Setelah nilai ketersediaan, tingkat kinerja, dan tingkat kualitas per bulan diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan efektivitas peralatan secara keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness/OEE*). Berikut adalah perhitungan OEE.

$$OEE = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{rate of} \times 100\% \quad (6)$$

$$OEE = 100\% \times 86\% \times 98\% \times 100\% = 85\%$$



Gambar 4 perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*
Sumber: Olah data prime

Pada gambar 4, hasil perbandingan perhitungan OEE dengan standar internasional menunjukkan bahwa persentase ketersediaan sebesar 98%, kinerja sebesar 84%, tingkat kualitas sebesar 98%, dan nilai rata rata OEE sebesar 81%. Namun, nilai tersebut masih berada di bawah standar internasional

Check Sheet

Check Sheet adalah formulir pemeriksaan yang dirancang secara sederhana, berisi daftar item-item yang perlu dicatat baik secara kuantitatif untuk tujuan merekam data. Hal ini bertujuan untuk mengumpulkan data dengan mudah, sistematis, dan teratur pada saat data tersebut dihasilkan di lokasi kejadian, serta untuk memfasilitasi pencatatan informasi terkait jumlah produksi yang optimal (Kurniawan & Salim Dahda, 2023), Data jumlah kapasitas produksi yang optimal, jumlah produksi dan produk cacat perbulan dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Data jumlah kapasitas produksi yang optimal, jumlah Produksi, dan Defect Perbulan

Bulan	Jumlah kapasitas produksi yang optimal	Jumlah produksi (siku)	Besi retak	Tidak presisi
Desember	1674	1600	15	10
Januari	1620	1550	9	8
Februari	1566	1600	10	9
Maret	1674	1550	12	14
April	1620	1535	13	15
Mei	1674	1550	16	10
Juni	1620	1650	8	20
Juli	1674	1560	12	15
Agustus	1674	1500	20	30
September	1620	1000	8	15
Oktober	1674	1300	5	8
November	1620	1560	10	15
Total	19710	17955	169	154

Sumber : PT. ASM, 2023

Dari kumpulan data pada tabel 1 terlihat jumlah kapasitas produksi yang optimal sebanyak 19710, jumlah produksi sebanyak 17955 dan jumlah cacat 307 yang tersebut meliputi data besi retak sebanyak 138 siku, tidak presisi 169 siku.

Stratifikasi

Dari data yang diperoleh dari hasil yang ditunjukkan pada tabel 2, terdapat jenis defect terbesar adalah tidak presisi.

Tabel 2 Diagram Stratifikasi

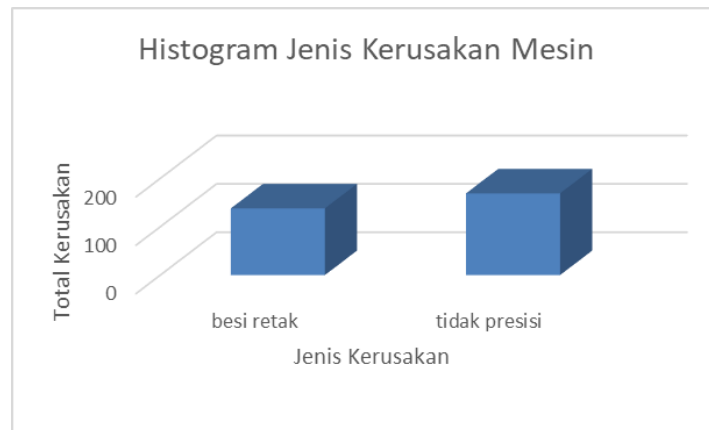
Jenis Defect	Total Defect
Besi retak	138
Tidak presisi	169

Sumber : PT. ASM, 2023

Pada tabel 2 *Stratifikasi* dapat diketahui jumlah defect yang berbeda, yaitu besi retak sebanyak 138 data, tidak presisi sebanyak 169 data.

Histogram

Histogram adalah represesntasi visual dalam bentuk diagram batang yang digunakan untuk menampilkan distribusi freskuensi dari kesalahan yang paling umum. Barang yang gagal ditunjukkan pada y dan kegagalan mesin x (Somadi dkk., 2020).



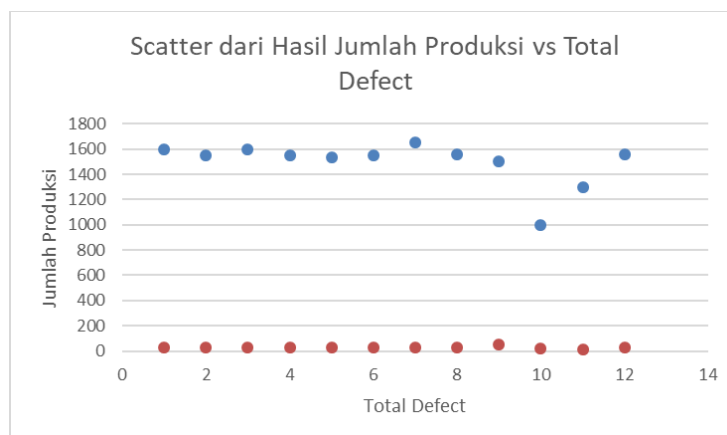
Gambar 5 Diagram Batang

Sumber : PT. ASM, 2023

Dilihat pada gambar 5 dapat diketahui jenis kegagalan yang dominan pada tidak presisi dengan total cacat sebesar 169

Scatter Diagram

Diagram Scatter merupakan representasi visual yang menggambarkan kemungkinan korelasi antara dua jenis variabel. Meskipun korelasi dapat terlihat, ini tidak mengindikasikan bahwa satu variabel secara langsung menyebabkan terjadinya variabel lainnya (Firmansyah dkk., 2022). Secara *Scatter Diagram* tersebut menentukan korelasi antara hasil produksi dengan kecacatan produksi pada bulan Desember hingga November 2023,



Gambar 6 Scatter Diagram

Sumber : Olah Data Primer

Korelasi antara variabel independen (total defect) dan variabel dependen (jumlah produksi) menunjukkan bahwa peningkatan jumlah produksi berhubungan dengan peningkatan jumlah cacat yang dihasilkan, namun faktor-faktor lain juga dapat memengaruhi jumlah cacat tersebut.

Control Chart

Chontrol chart adalah sebuah grafik yang memberi gambaran tentang perilaku sebuah proses (Dewangga, 2022). Pada penelitian ini dilakukan pengendalian proses produksi secara umum, sehingga p-card merupakan pilihan yang tepat karena data yang digunakan berbeda perhitungan kendali (Prasetyo & Kusuma Bakhti, 2022; Somadi dkk., 2020) adalah sebagai berikut.

Rumus :

$$p = \frac{\sum np}{\sum n} =$$

keterangan :

p = proporsi defective

n = jumlah sampel per subgrup

np = jumlah defektif dalam subgrup

$$LCL = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \quad (7)$$

$$LCL = 0,016 - 3\sqrt{\frac{0,016(1-0,016)}{n}} = 0,008$$

$$UCL = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \quad (8)$$

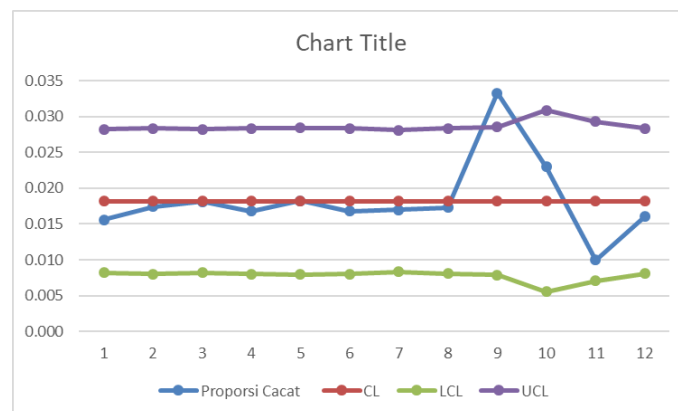
$$UCL = 0,016 + 3\sqrt{\frac{0,016(1-0,016)}{n}} = 0,028$$

Perhitungan batas bawah kendali (Lower Control Limit/LCL) menghasilkan nilai 0,008, sedangkan batas atas kendali (Upper Control Limit/UCL) menghasilkan nilai 0,028. Informasi mengenai perhitungan LCL dan UCL pada rentang bulan Desember hingga November dapat ditemukan dalam tabel di bawah ini

Tabel 3 Data Control Chart

Bulan	jumlah produksi	Total Defect	Proporsi Cacat	CL	LCL	UCL
Desember	1600	25	0.016	0.018	0.008	0.028
Januari	1550	27	0.017	0.018	0.008	0.028
Februari	1600	29	0.018	0.018	0.008	0.028
Maret	1550	26	0.017	0.018	0.008	0.028
April	1535	28	0.018	0.018	0.008	0.028
Mei	1550	26	0.017	0.018	0.008	0.028
Juni	1650	28	0.017	0.018	0.008	0.028
Juli	1560	27	0.017	0.018	0.008	0.028
Agustus	1500	50	0.033	0.018	0.008	0.029
September	1000	23	0.023	0.018	0.006	0.031
Oktober	1300	13	0.010	0.018	0.007	0.029
November	1560	25	0.016	0.018	0.008	0.028
total	17955	327	0.018			

Sumber : PT. ASM,2023



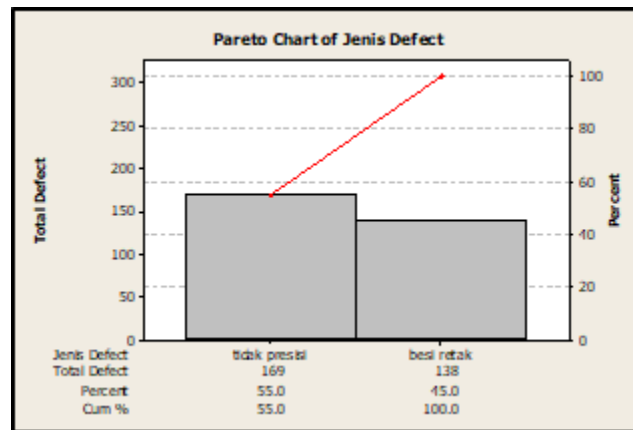
Gambar 7 Grafik Control Chart

Sumber : Olah Data Primer

Pada gambar 7 grafik grafik *control chart* dilihat contoh awal bulan Desember jumlah produksi sebesar 1600 (siku), jumlah kecacatan defect sebesar 25 (siku), persentase kegagalan 0,016 dan hasil CL sebesar 0,018, LCL sebesar 0,008, UCL sebesar 0,028. Setelah melakukan perhitungan CL, LCL, UCL dan rasio gagal, Peta kendali menunjukkan masih terdapat batasan UCL dan LCL sehingga harus dilakukan kontrol kualitas di PT. ASM. Tindakan korektif juga harus dilakukan yaitu menghilangkan data yang berada di luar batas kendali seperti *diagram Pareto* dan *fishbone diagram*.

Pareto Diagram

Diagram pareto untuk mengidentifikasi penyimpangan yang terjadi (Harma dkk., 2022). Grafik batang tentang kegagalan pada gambar 8



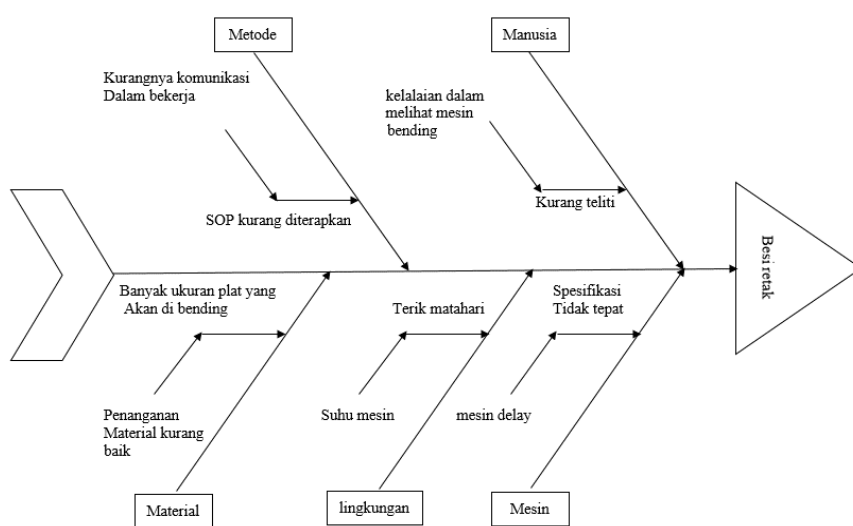
Gambar 8 Diagram Pareto

Sumber : Olah Data Primer

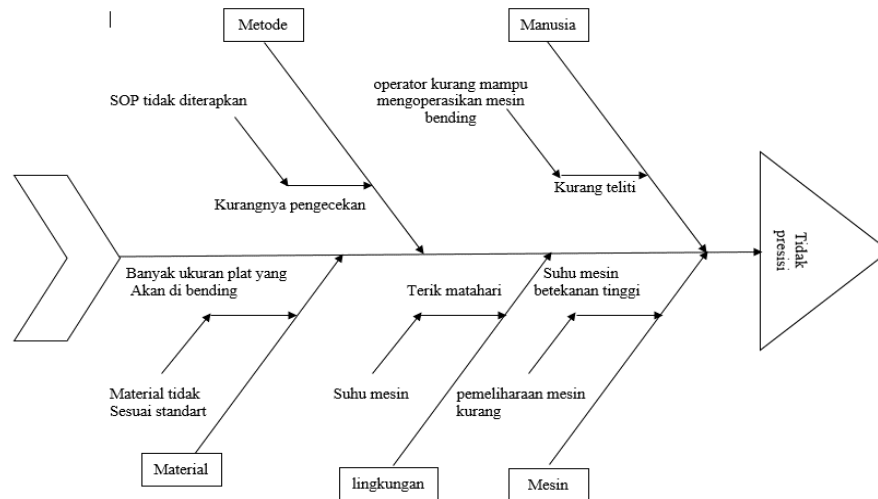
Gambar 8 menunjukkan proporsi cacat tidak presisi sebesar 55%, besi retak sebesar 45% yang terjadi selama proses produksi.

Fishbone Diagram

Diagram sebab-akibat, atau yang dikenal pada penelitian sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*), merupakan salah satu dari tujuh alat yang digunakan untuk menganalisis atau melakukan penelitian akar penyebab masalah yang terjadi. Setelah dilakukannya analisis, diagram tersebut digunakan untuk merumuskan usulan perbaikan. (Setia Pratama, 2019; Widodo, 2023).



Gambar 9 Diagram Fishbone besi retak



Gambar 10 Diagram *Fishbone* tidak presisi

Berdasarkan analisis pada gambar 9 dan 10, dapat disimpulkan bahwa cacat pada produksi disebabkan oleh faktor-faktor manusia, lingkungan, metode, dan material (Anggi Riska Devi & Widya Setiafindari, 2023). Pada aspek manusia, kekurangan dalam kehati-hatian dan kurangnya keterampilan operator dalam mengoperasikan mesin bending berpotensi menyebabkan kecacatan pada siku, serta akumulasi material yang berlebihan yang dapat mengganggu kenyamanan kerja. Pada lingkungan produksi, suhu mesin dan paparan sinar matahari turut berperan dalam terjadinya cacat. Sedangkan pada faktor metode, kurangnya pemeriksaan dan ketidakmenerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) menjadi penyebab potensial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis diagram Pareto, didapati bahwa dua jenis cacat utama dalam produksi adalah ketidakpresisian sebesar 55% dan retakan pada besi sebesar 45% selama proses produksi. Dari data pada diagram kontrol, disimpulkan bahwa masih terdapat data yang melampaui batas kontrol, sehingga perlu dilakukan langkah-langkah khusus untuk mengidentifikasi penyebab meningkatnya angka kecacatan. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah menggunakan diagram fishbone untuk mengidentifikasi indikator-indikator penyebab cacat dalam konteks proses produksi tersebut. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa cacat produk terutama disebabkan oleh retakan pada besi dan ketidakpresisian. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap cacat produk tersebut antara lain kurangnya dalam pemeriksaan mesin, keterampilan yang dimiliki operator dalam mengoperasikan mesin bending, kurangnya pemeliharaan mesin, dan tidak menerapkan SOP.

Saran

Rekomendasi yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan pentingnya bagi perusahaan untuk secara berkelanjutan mengevaluasi usulan perbaikan yang disarankan oleh peneliti, guna mengurangi kemungkinan terjadinya cacat dalam produksi. Selanjutnya, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan metode yang berbeda untuk menghasilkan temuan yang lebih rinci dan memperkuat hasil penelitian.

TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian di lapangan hingga penyusunan laporan, peneliti banyak mengucapkan terima kasih kepada perusahaan dan juga pihak universitas terutama kepada dosen

pembimbing yang sudah bersedia membantu dalam penyusunan hingga laporan ini bisa di publikasikan.

REFERENSI

- Anggi Riska Devi, & Widya Setiafindari. (2023). Upaya Peningkatan Kualitas Produk Engine Pulley Yst Pro Menggunakan Metode Seven Tools Dan Kaizen Five M Checklist Di Pt Mitra Rekatama Mandiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(2), 192–204. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1743>
- Argarino, T., Dyanasari Sebayang, M., & Manullang, B. H. (2021). Machine Optimization of SNK HF Fabrication Plant in PT. Komatsu Indonesia with FMEA Method and Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Journal of Technomaterial Physics*, 3(2), 83–88.
- Dewangga, A. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Plywood Menggunakan Metode Seven Tools, Failure Mode And Effect Analysis (FMEA), Dan TRIZ (Studi Kasus: DI PT. ABHIRAMA KRESNA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 243–253.
- Firmansyah, M. J., Nuruddin, M., Sumatra, J., 101 Randuagung, N., Kebomas, K., Gresik, K., & Timur, J. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pada PT.XYZ Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA. 20(1), 231–238.
- Hardiatama, I., Erlangga, N. A., Yudah, P., Sidartawan, R., Arbiantara Basuki, H., & Kristianta, F. X. (2022). Analisis Perawatan Cutter Section Dredger Dengan Metode FMEA dan OEE. *Jurnal Mekanova*, 8(1), 62–71.
- Harma, B., Farid, Susriyati, & Miliandini, E. P. (2022). Analisis Kualitas CPO Menggunakan Seven Tools dan Kaizen. *Jurnal Teknologi*, 13–20. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v12i1.63>
- Hasanudin, M. (2020). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance Menggunakan Overall Equipment Effectiveness dan Fuzzy Fmea Pada Mesin Extruder di PT Xyz Bogor. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, 1(2), 53–58.
- Kurniawan, & Salim Dahda, S. (2023). Pengendalian Kualitas Pengelasan Pada Konstruksi Mechanical Piping Dengan Metode Seven Tools. Dalam *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 9, Nomor 2).
- Novita, D., & Irawan, H. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Crumb Rubber Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Di Pt. Batanghari Tebing Pratama. Dalam *Jurnal Industri Samudra* (Vol. 3, Nomor 1).
- Permono, L., Salmia, S. T., Septiari, R., Program,), & Industri, S. T. (2022). Penerapan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Untuk Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus Pabrik Gula Kebon Agung Malang). *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 5(1).
- Prasetyo, R., & Kusuma Bakhti, Y. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Pakaian Anak Pada Industri Garment Dengan Metode Seven Tools. *Jurnal Inkofar*, 6(1), 2581–2920.
- Setia Pratama, F. (2019). *Jurnal SENOPATI Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering Analisis Kecacatan Produk dengan Metode Seven Tools dan FTA dengan Mempertimbangkan Nilai Risiko berdasarkan Metode FMEA*.
- Siagian, D., Nugraha Gusniar, I., & Dirja, I. (2022). Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode Oee Dan Fmea Pada Mesin Extruder GW-350. Dalam *Technology, Education And Mechanical Engineering* (Vol. 3, Nomor 1).

- Somadi, S., Priambodo, B. S., & Okarini, P. R. (2020). Evaluasi Kerusakan Barang dalam Proses Pengiriman dengan Menggunakan Metode Seven Tools. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2008>
- Widodo, A. (2023). Upaya Menurunkan Defect Silver Streaks Proses Injection Pada Part Lens Reflector Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Di Pt Sanwa Engineering. Dalam *Jurnal Inkofar ** (Vol. 7, Nomor 1). Online.