

Peningkatan Kualitas Pemeliharaan Motor Pompa Menggunakan Pendekatan DMAIC Pada PT. X

Dimas Migi Januarsyah^{a,1,*}, Indro Kirono^{b,2}

^{a,1, b,2} Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No. 101 Gkb, Gresik Dan 61121, Indonesia

Email : ^{a,1} dimasmigi31@gmail.com*, ^{b,2} indrokirono@umg.ac.id

*korespondensi author

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel

Dikirim: 23-3-2024

Direvisi: 2-4-2024

Diterima: 19-4-2024

Kata Kunci

DMAIC

Kualitas

Pemeliharaan

Motor Pompa

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai praktik pemeliharaan motor di PT. X. Pembahasan ini menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan motor pompa. Melalui jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus mengenai fenomena tersebut adalah untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang masalah dan tantangan yang terkait dengan pemeliharaan motor pompa. Hasil menunjukkan ada tiga jenis kerusakan pada motor pompa yaitu suhu tinggi, getaran tinggi, dan *bearing* macet. Kerusakan suhu tinggi merupakan kerusakan paling banyak, sementara kerusakan *bearing* macet sebagai penyebab kerusakan terbanyak kedua dan kerusakan getaran tinggi sebagai penyebab kerusakan ketiga. Mengenai peta kendali, ada tiga data yang di luar batas kendali pada bulan Januari, Juni, dan Agustus. Melalui uraian-uraian fenomena yang sudah dipaparkan dan diuraikan pada bab sebelumnya tentang meningkatkan kualitas pemeliharaan yang maksimal untuk mengurangi kerusakan motor pompa dan mengendalikan biaya perbaikan yang tak terduga. Melalui siklus DMAIC dapat memberikan pengetahuan penyebab terjadinya kerusakan pada motor, memberikan usulan maupun solusi dalam persoalan penyebab masalah dan memberikan usulan baru untuk melakukan pengendalian dari proses perbaikan. Penelitian ini memiliki batasan penelitian yang berfokus pada proses pemeliharaan motor pompa.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY.



1. Pendahuluan

Menjalankan operasional sebuah perusahaan dibutuhkan mesin produksi sebagai alat yang mengelola atau pemrosesan dari *Raw Material* menjadi produk jadi. Manajemen Operasional merupakan pengimplementasian ilmu manajemen dengan tujuan mengatur semua kegiatan dalam produksi atau operasional agar dilakukan secara efisien (Subagyo dalam Mariani, 2022). Keduanya dapat diartikan bukan hanya perihal fokus perusahaan dapat menghasilkan produk, namun mesin juga memiliki peran penting dalam menjalankan suatu proses dalam menciptakan produk.

Motor pompa merupakan perangkat yang mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik (Lister, 2021). Motor pompa merupakan faktor yang sangat penting dan krusial dalam perusahaan terutama di perusahaan manufaktur seperti minyak, pengelola air dan lain sebagainya. Motor pompa bertanggung jawab untuk menggerakkan benda cair dari tempat awal ke tempat lainnya dengan efisiensi tinggi. Fungsi ini memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas dan keberlanjutan operasional perusahaan, dalam industri manufaktur motor pompa digunakan untuk memindahkan bahan baku, bahan kimia, gas dan jenis cairan lainnya proses di sepanjang jalur produksi.

Pemeliharaan adalah langkah penting dalam menjaga kualitas dan kinerja suatu sistem atau objek. Penerepan pemeliharaan yang teratur dan tepat dapat mencegah kerusakan, memperpanjang umur pakai dan mengoptimalkan fungsi dari hal yang dipelihara. Tujuan pemeliharaan menurut Mauluddin, dkk (2022) untuk memperpanjang masa penggunaan mesin dan peralatan produksi agar selalu beroperasi dengan kondisi optimal dan siap digunakan dalam proses produksi. Ini melibatkan pemeliharaan rutin, pengawasan, dan pemantauan terhadap mesin dan peralatan tersebut, tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan, mengoptimalkan kinerja, dan memastikan kelancaran produksi. Penjelasan mengenai aktivitas pemeliharaan mesin oleh Siregar, dkk (2022) aktivitas pemeliharaan mesin meliputi berbagai tindakan seperti perbaikan, membersihkan, mengganti komponen, menjaga keadaan mesin, dan melakukan pemeriksaan.

Kualitas merupakan ukuran atau standar yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat keunggulan atau kebaikan suatu produk, layanan maupun proses. Shiyamy, dkk (2021) menjelaskan pengendalian kualitas adalah suatu langkah yang diambil dalam manajemen perusahaan untuk memverifikasi bahwa produk atau layanan yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan dan untuk memastikan bahwa standar tersebut terus dipertahankan. Taufik, dkk (2019) mendefinisikan kualitas merupakan bagian dari faktor penentu keberhasilan sebuah usaha dalam suatu perusahaan.

Terdapat metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan salah satunya adalah metode (DMAIC). DMAIC merupakan falsafah manajemen yang mefokuskan pada pemahaman, pengukuran dan perbaikan dalam proses produksi (Hairiyah & Amalia, 2020). DMAIC merupakan gabungan dari *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*. Metode ini menjadi pendekatan yang digunakan untuk memecahkan masalah dan meningkatkan kinerja proses bisnis yang bertujuan untuk perbaikan proses. DMAIC (Tjahjono dalam Lamatinulu, 2022) menjelaskan penerapan metode dengan menggunakan DMAIC merupakan perbaikan proses yang sudah ada dapat dilakukan dengan fokus pada pengukuran, analisis, dan perbaikan, sementara itu DFSS digunakan ketika ada kebutuhan untuk pengembangan produk maupun layanan terbaru dengan melakukan pertimbangan terpenuhnya kebutuhan pelanggan secara menyeluruh. Estanislau, dkk (2022) memahami proses DMAIC untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien.

Peneliti memilih lokasi penelitian di PT. X perusahaan pengelola kelapa sawit di Kabupaten Gresik, karena menemukan studi kasus mengenai permasalahan pemeliharaan pada motor pompa di perusahaan terkait, berikut merupakan data awal yang diperoleh peneliti di perusahaan tersebut.

Tabel 1. Rincian Biaya Perbaikan Motor Pompa

Rincian Biaya Perbaikan Motor Pompa Tahun 2022						
No	Bulan	Kerusakan Unit	Unit	Type Unit (KW)	Harga Perbaikan	Total
1			1	30	Rp 15.786.800,00	
2	Januari	4	1	7,5	Rp 4.670.056,00	Rp 29.899.356,00
3			1	1,5	Rp 1.467.000,00	
4			1	15	Rp 7.975.500,00	
5			1	45	Rp 24.550.700,00	
6	Februari	2	1	7,5	Rp 4.456.000,00	Rp 29.006.700,00
7	Maret	1	1	55	Rp 32.765.700,00	Rp 32.765.700,00
8	April	2	1	5,5	Rp 3.564.000,00	Rp 7.128.000,00
9			1	5,5	Rp 3.564.000,00	
10			1	110	Rp 67.086.590,00	
11	Mei	3	1	45	Rp 25.400.897,00	Rp 98.367.087,00
12			1	11	Rp 5.879.600,00	
13			1	15	Rp 7.588.000,00	
14	Juni	3	1	75	Rp 3.856.000,00	Rp 15.299.400,00
15			1	5,5	Rp 3.855.400,00	
16	Juli	0	-	-	Rp -	Rp -
17	Agustus	0	-	-	Rp -	Rp -
18			1	90	Rp 44.456.566,00	
19	September	3	1	0,5	Rp 345.000,00	Rp 50.257.566,00
20			1	11	Rp 5.456.000,00	
21	Oktober	2	1	22	Rp 8.746.000,00	Rp 9.602.000,00
22			1	1,1	Rp 856.000,00	
23	November	0	-	-	Rp -	Rp -
24			1	55	Rp 35.755.090,00	
25	Desember	4	1	30	Rp 14.897.000,00	Rp 61.636.090,00
26			1	22	Rp 8.745.000,00	
27			1	2,2	Rp 2.239.000,00	
TOTAL						Rp 333.961.899,00

Sumber : Data Sekunder 2022

Data yang tersaji diatas merupakan data kerusakan pada motor pompa di tahun 2022, terdapat 2 (dua) area yaitu *edible oil* dan *oleo chemical*, banyaknya kerusakan mengakibatkan perusahaan merugi karena harus mengeluarkan biaya lebih untuk penanganan perbaikan motor pompa yang terbakar.

Tabel 2. Jumlah Unit Motor Pompa

No	Area	Unit
1	<i>Edible Oil</i>	2197
2	<i>Oleo Chemical</i>	2264
	Total	4461

Sumber : Data Sekunder 2022

Banyaknya unit motor pompa yang dimiliki oleh PT. X memerlukan perhatian khusus dalam proses pemeliharaan yang maksimal agar kerusakan tersebut dapat ditekan dan dikendalikan dengan baik. Kualitas pemeliharaan yang baik PT. X, dapat menjaga keandalan dan efisiensi operasional unit motor pompa mereka sehingga mendukung kelancaran proses produksi dan mengurangi biaya perbaikan yang tidak terduga.

Tabel 3. Persentase Kerusakan dari Total Keseluruhan Unit

No	Uraian	Unit	Jumlah (%)
1	Total unit	4461	
2	Kerusakan unit	24	0,54

Sumber : Data Sekunder 2022

Dapat terlihat dalam data yang dijelaskan sebelumnya bahwa meskipun persentase kerusakan motor pompa hanya sebesar 0,54% dari total jumlah unit yang dimiliki oleh PT. X, biaya perbaikan yang dikeluarkan sangat tinggi yaitu mencapai Rp. 333.961.899,00,- (tiga ratus tiga puluh tiga juta sembilan ratus enam puluh satu ribu delapan ratus sembilan puluh sembilan rupiah). Fenomena ini mengindikasikan bahwa ada potensi untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan. Meskipun hanya sebagian kecil dari motor pompa yang mengalami kerusakan, biaya perbaikan yang tinggi menunjukkan bahwa perusahaan dapat menghadapi tantangan dalam menjaga dan memelihara motor pompa dengan biaya yang optimal. Oleh karena itu perusahaan perlu meningkatkan kualitas pemeliharaan yang maksimal untuk mengurangi kerusakan motor pompa dan mengendalikan biaya perbaikan yang tidak terduga.

Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian terdahulu, yaitu tujuan penelitian Wibowo, dkk (2021) usulan perawatan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk mengetahui tindakan perawatan yang optimal untuk komponen kritis pada mesin. Penelitian (Purnomo, dkk (2021) tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengetahui penerapan sistem serta manfaat dari sistem *Reliability Centered Maintenance* terhadap penerapan perawatan motor konveyor. Peneliti hanya berfokus pada upaya peningkatan pemeliharaan pada motor pompa. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan agar perusahaan dapat mengatasi kerusakan-kerusakan yang menyebabkan kerugian dengan lebih efektif. Berdasarkan landasan pemikiran di atas, penelitian ini tertarik untuk melakukan penelitian kembali dan lebih spesifik terkait penenerapan DMAIC. DMAIC digunakan dalam penelitian ini sebagai pendekatan yang holistik untuk mengatasi masalah peningkatan kualitas dan efisiensi pemeliharaan. DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* adalah metodologi yang terkenal dalam pengelolaan kualitas dan peningkatan proses. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya fokus pada mengurangi cacat produk, penelitian ini mengaplikasikan DMAIC untuk mengurangi kerusakan mesin dengan meningkatkan kualitas pemeliharaan. Melalui pendekatan ini perusahaan dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan mesin, menerapkan perbaikan yang efektif dan mengendalikan proses pemeliharaan secara lebih efisien.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian Mittal, dkk (2023) menggunakan metode kualitatif dengan tujuan untuk menggambarkan studi kasus penerapan metodologi Six-Sigma DMAIC dalam upaya mengurangi tingkat penolakan strip cuaca karet yang diproduksi oleh XYZ Ltd. Variabel yang digunakan adalah peningkatan kemampuan operasional dan pengurangan cacat dalam proses menggunakan metode *Six sigma* DMAIC. Setelah menerapkan temuan proyek *Six sigma*, tingkat penolakan rata-rata strip cuaca karet per hari menurun dari 5,5% menjadi 3,08%. Penolakan berhasil dikurangi dari 153 buah menjadi 68 buah, sehingga membantu industri menghemat biaya sebesar Rs. 15.249 per bulan untuk senyawa tersebut. Selain itu, tingkat sigma meningkat dari 3,9 menjadi 4,45 dalam waktu tiga bulan dengan menerapkan satu solusi proyek *Six-Sigma*. Perusahaan sangat memprioritaskan upaya mengurangi tingkat penolakan strip cuaca karet yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Antosz, dkk (2022) menggunakan metodologi *Six sigma* untuk meningkatkan efisiensi proses pemeliharaan. Variabel yang digunakan adalah pengukuran TPM

dan DMAIC dalam upaya meningkatkan efisiensi proses pemeliharaan. Hasilnya adalah pengembangan metodologi untuk meningkatkan efektivitas proses pemeliharaan. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya berfokus pada tindakan pemeliharaan di satu perusahaan, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat diterapkan secara *universal* di perusahaan lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Mufida, dkk (2022) menggunakan metode kualitatif dengan tujuan mengurangi kecacatan produk, meningkatkan kualitasnya, dan memenuhi kepuasan pelanggan melalui analisis siklus DMAIC. Variabel yang diperbaiki adalah mesin produksi pompa air PS-128 BIT dengan menggunakan metode *six sigma*. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat dua jenis kecacatan umum pada produk pompa, yaitu kebocoran pada msel dan *o-ring*. Untuk mengatasi masalah ini, dapat dilakukan pemeriksaan menggunakan *checklist* guna memastikan bahwa part msel dan *o-ring* tidak bocor. Selain itu, penggunaan air duster gun secara berkala dapat membantu membersihkan *part-part* tersebut. Melakukan pembersihan dan pemeriksaan rutin terhadap *part-part* tersebut, kebocoran pada msel dan *o-ring* dapat diatasi.

Penelitian (Lestari & Purwatmini, 2021) menggunakan variabel peningkatan pengendalian kualitas produk tekstil dengan metode *Six sigma* DMAIC, yang pendekatan struktural untuk mengidentifikasi dan menghilangkan cacat dalam proses produksi. Efektivitas pengendalian kualitas telah terbukti dengan penurunan tingkat luntur dari 89 sampel menjadi 39 sampel. Dari 39 sampel yang mengalami luntur, 22 diidentifikasi melalui uji kualitas manual dan 12 melalui uji kualitas menggunakan mesin. Proses pengendalian kualitas melibatkan beberapa langkah, seperti pengambilan sampel, pengujian pengiriman, pencucian, setrika, pakaian jadi, dan pemeriksaan kualitas. Dengan menerapkan metode *Six sigma* DMAIC, perusahaan berhasil mengurangi jumlah sampel yang mengalami luntur, menunjukkan peningkatan kualitas produk tekstil secara keseluruhan.

Penelitian ini memiliki perbedaan dari riset Tjandra, dkk (2018); Antosz, dkk (2022); Estanislau, dkk (2022); Mufida, dkk (2022); Sartika, dkk (2020); Mittal, dkk (2023) (Alamsyah & Rahmawati, 2023); (Alam & Realty, 2023), karena hanya akan berfokus bagaimana upaya peningkatan pemeliharaan pada motor pompa. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan agar perusahaan dapat mengatasi kerusakan-kerusakan yang menyebabkan kerugian dengan lebih efektif. Berdasarkan landasan pemikiran di atas dapat dijabarkan maka penelitian tertarik untuk melakukan penelitian kembali dan lebih spesifik terkait penerapan DMAIC.

Motor pompa

Motor pompa adalah sebuah perangkat mekanis yang mentransformasikan energi listrik menjadi energi mekanik (Lister, 2021). Motor pompa sangat penting dalam perusahaan manufaktur seperti minyak, air bersih, dan lain-lain. Fungsinya adalah memindahkan fluida dengan efisiensi tinggi dari satu tempat ke tempat lain. Keandalan motor pompa sangat mempengaruhi produktivitas dan keberlangsungan operasional perusahaan serta kualitas produk akhir.

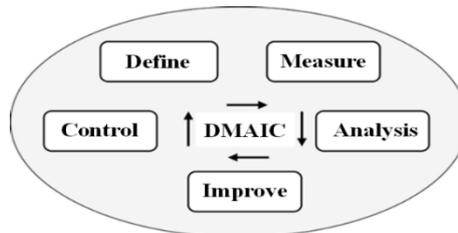
Pemeliharaan

Pemeliharaan ialah suatu tindakan dalam menjaga kinerja peralatan maupun mesin produksi dalam suatu manufaktur agar tetap berfungsi dengan baik dan menghindari kerugian pada perusahaan. Wahid, dkk (2022) mendefinisikan pemeliharaan (*maintenance*) merupakan tindakan dukungan paling penting dengan tujuan agar tetap memastikan kelangsungan untuk memastikan sistem peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan kondisi yang diharapkan

saat diperlukan, butuh langkah - langkah seperti perencanaan dan penjadwalan kegiatan pemeliharaan. Penting untuk mempertimbangkan fungsi pendukung dan meminimalkan biaya yang terkait, sehingga dapat memperkirakan tingkat kerusakan dan menghindari gangguan operasional produksi.

Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC)

DMAIC adalah metode yang digunakan untuk memecahkan masalah dan melakukan perbaikan dalam proses. Metode ini merupakan bagian dari pendekatan *Six sigma* yang umumnya digunakan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam perusahaan manufaktur maupun jasa. Pada akhir 1995, setelah keberhasilan perusahaan Motorola dalam menerapkan *Six sigma* melalui peta alur DMAIC, mulai banyak perusahaan dan organisasi lain yang mulai memperhatikan dan mendorong perusahaan lainnya untuk menerapkan *Six sigma*. Berdasarkan definisi *Six sigma* dalam bukunya Lamatinulu (2022;17) dapat disimpulkan bahwa *Six sigma* adalah sebuah pendekatan komprehensif dan fleksibel yang bertujuan untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan kesuksesan bisnis.



Gambar 1. Siklus DMAIC

Sumber : Lamatinulu, 2022

Diatas dapat dideskripsikan mengenai metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*), fase dari *six sigma* sebagai berikut :

a. Fase definisi (*Define*)

Fase awal dalam proses perbaikan proyek *Six sigma* melibatkan beberapa tindakan penting. Ini meliputi pembuatan piagam proyek, penciptaan visi yang berfokus pada proses, dan pemahaman terhadap kebutuhan pelanggan. Alat-alat yang digunakan dalam fase ini termasuk piagam proyek, diagram alur proses, diagram SIPOC, analisis pemangku kepentingan, struktur rincian kerja DMAIC, definisi CTQ, serta pertemuan untuk mendengarkan suara pelanggan.

b. Fase pengukuran (*Measure*)

Fase pengukuran dalam siklus hidup proyek penting karena mengumpulkan data awal untuk memahami masalah dan mengidentifikasi akar penyebabnya. Dalam *Six sigma*, pengukuran membantu tim proyek memperbaiki masalah dan menemukan akar permasalahan. Kegiatan penting dalam fase ini meliputi validasi proses yang dianalisis, menentukan tujuan, dan mengukur faktor utama yang relevan. Data terkait masalah dikumpulkan dan disajikan menggunakan metode seperti Pareto *chart*, diagram kendali, dan SPE.

c. Fase analisis (*Analyze*)

Fase analisis dalam metode *Six sigma* berkaitan dengan pengumpulan dan analisis data untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Tim melakukan pengumpulan data dan informasi tambahan, menggunakan alat dan teknik analisis data dan proses untuk mengendalikan akar penyebab masalah, mengembangkan hipotesis sebab-akibat, mengidentifikasi akar penyebab penting, dan memvalidasi hipotesis tersebut. Beberapa alat yang digunakan dalam tahap analisis termasuk histogram, *time series*, Pareto *chart/flow chart*, scatter plot dan diagram fishbone.

d. Fase perbaikan (*Improve*)

Tahap perbaikan melibatkan langkah-langkah seperti desain eksperimental, pengembangan solusi potensial, menetapkan toleransi pengoperasian sistem, mengevaluasi kemungkinan kegagalan solusi, menguji kemungkinan perbaikan melalui studi percontohan, serta melakukan koreksi dan evaluasi ulang terhadap solusi yang diusulkan. Dalam tahap ini, alat-alat dan teknik seperti grafik batang, histogram, diagram Pareto, brainstorming, analisis bukti, kesalahan, desain eksperimen, rumah kualitas (Quality Function Deployment), serta analisis mode kegagalan dan efeknya (Failure Mode Effect Analysis/FMEA) dapat digunakan untuk mendukung langkah-langkah perbaikan.

e. Fase pengendalian (*Control*)

Dalam fase ini, tim mendefinisikan dan memvalidasi sistem pemantauan dan pengendalian, mengembangkan standar dan prosedur, menerapkan pengendalian proses statistik (SPC), mengevaluasi kemampuan proses, meninjau manfaat yang diperoleh, melakukan penghematan biaya, mempertimbangkan profitabilitas dan pertumbuhan, serta menyelesaikan dan mendokumentasikan proyek. Alat yang digunakan termasuk perhitungan sigma proses, diagram kendali, perhitungan penghematan, rencana pengendalian, dan daftar periksa.

Diagram Pareto

Pareto *chart* adalah grafik batang yang menggambarkan frekuensi relatif atau proporsi dari kategori atau penyebab yang diurutkan secara menurun. Tujuannya adalah untuk membantu identifikasi penyebab utama atau faktor paling signifikan yang berkontribusi terhadap suatu masalah atau hasil yang tidak diinginkan. Melakukan analisis grafik ini, kita dapat memprioritaskan upaya perbaikan dan mengarahkan sumber daya pada penyebab yang paling berdampak. Pareto *chart* digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen kualitas dan analisis data. Fungsi *pareto chart* juga meliputi visualisasi data untuk mendorong pemahaman yang lebih baik dan komunikasi yang efektif (Lestari dan Purwatmini, 2021)

Peta Kendali

Peta kendali adalah alat statistik untuk memonitor dan mengendalikan proses dalam organisasi atau perusahaan. Ia membantu mengidentifikasi penyimpangan atau perubahan signifikan dalam proses yang dapat mempengaruhi kualitas produk atau layanan. *Control chart* merupakan sebuah alat statistik yang digunakan untuk memonitor proses atau variasi dengan tujuan mengidentifikasi adanya penyimpangan atau perubahan yang tidak wajar dari kondisi yang telah ditentukan sebelumnya (Talenta dan Al-Faritsy, 2022). Peta kendali terdiri dari garis pusat atau *Center Line* (CL), batas atas kendali atau *Upper Control Limit* (UCL), dan batas bawah kendali atau *Lower Control Limit* (LCL). Jika proporsi yang diukur melebihi batas kendali, itu menunjukkan adanya penyimpangan signifikan dalam proses.

a. Melakukan perhitungan data jumlah hasil produksi dengan jumlah kecacatan

b. Menghitung presentase kerusakan (proporsi)

$$p = \frac{\text{hitungan kerusakan subkelompok}}{\text{ukuran subkelompok/sampel}}$$

Keterangan :

P = proporsi

c. Menghitung garis pusat (*Center Line*)

Adalah garis pusat yang merupakan rata-rata kerusakan produk (\bar{p}).

$$CL = \bar{p} \frac{\text{total dari hitungan rusak subkelompok}}{\text{total dari ukuran subkelompok/sampel}}$$

Keterangan :

CL = Central Line

\bar{p} = rata-rata kerusakan produk

Jadi, CL = \bar{p}

d. Menghitung batas kendali atas (UCL) dan Batas Kendali Bawah (LCL)

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

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

Keterangan :

UCL = Batas kendali atas

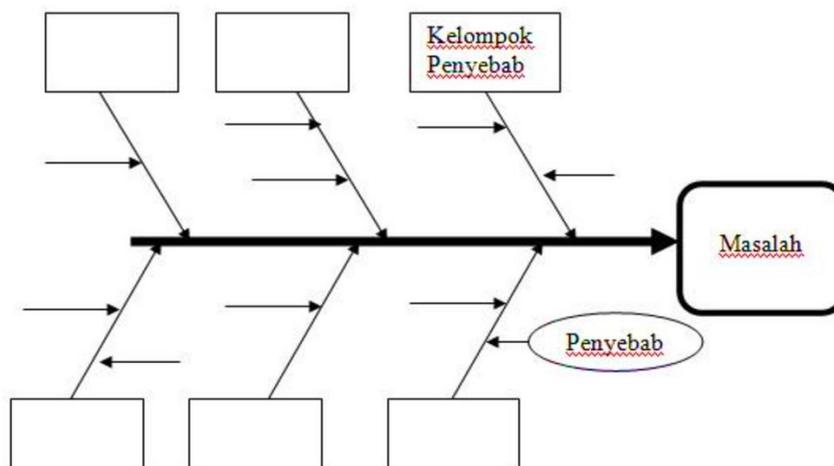
LCL = Batas kendali bawah

\bar{p} = rata-rata kerusakan produk

n = sampel

Diagram Tulang Ikan

Diagram *fishbone* atau diagram tulang ikan dikenal sebagai diagram Ishikawa atau diagram sebab-akibat adalah alat visual yang digunakan untuk menganalisis penyebab dan efek dari suatu masalah atau situasi. Mufida, dkk (2022) mendefinisikan diagram tulang ikan merupakan representasi visual yang menggambarkan hubungan sebab-akibat atau aliran proses kompleks dalam bentuk garis tengah dan garis-garis pendukung yang menyerupai tulang ikan. Diagram tulang ikan, yang dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1968, adalah alat penting dalam manajemen kualitas dan peningkatan proses di berbagai industri. Thahira (2023) Faktor-faktor dikelompokkan seperti manusia, metode, mesin, material, lingkungan, dan manajemen. Garis tengah yang melintang mewakili masalah atau hasil yang ingin dianalisis, sedangkan cabang-cabang vertikal yang menyerupai tulang ikan merupakan faktor-faktor penyebab yang mempengaruhinya. Melalui penggunaan diagram ini, hubungan antara penyebab dan efek dapat diidentifikasi dan divisualisasikan.



Gambar 2. Diagram Tulang Ikan

Sumber : <https://www.kibrispdr.org/detail-12/gambar-diagram-tulang-ikan.html>

3. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan adalah studi kasus dengan jenis penelitian kualitatif. Penelitian ini menggunakan studi kasus untuk menganalisis pemeliharaan motor pompa di perusahaan dengan mendalam. Metodologi (Creswell dalam Sugiyono, 2022:6) menjelaskan bahwa ada 5 (lima) macam metodologi salah satunya adalah studi kasus, dalam metodologi kualitatif studi kasus peneliti melakukan penjelajahan yang cermat tentang program, kejadian, proses, dan kegiatan yang melibatkan satu orang atau lebih. Penelitian studi kasus ini bertujuan untuk memahami masalah dan tantangan dalam pemeliharaan motor pompa serta memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan motor pompa dalam konteks perusahaan yang diteliti.

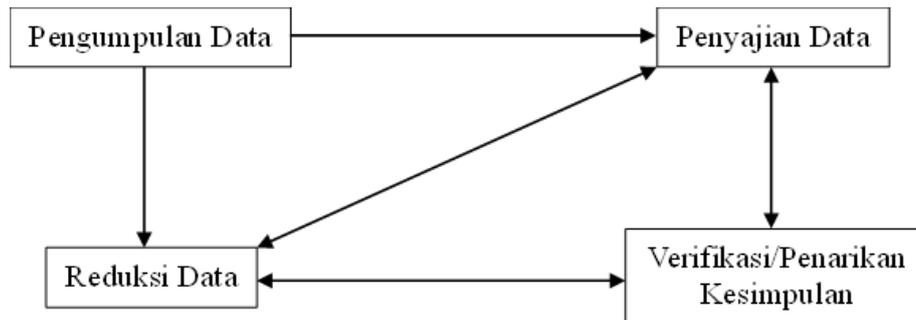
Unit analisis ini akan membahas pemeliharaan motor pompa dengan tujuan meningkatkan kualitas pemeliharaan. Pengumpulan data dilakukan melalui purpose sampling yang melibatkan observasi, wawancara, fokus kelompok, dan dokumentasi. Unit analisis ini melibatkan tiga kriteria informan, yaitu *supervisor*, *leader team*, dan teknisi.

Jenis data peneliti memanfaatkan 3 (tiga) jenis yang berbeda guna memperoleh pemahaman yang komprehensif dan mendalam tentang studi kasus yang sedang diselidiki yaitu data subjek melibatkan wawancara mendalam dan observasi partisipatif memungkinkan peneliti untuk berinteraksi langsung dengan subjek penelitian. Data yang diperoleh dari subjek ini mencakup pandangan, pendapat, pengalaman, dan persepsi mereka terhadap topik penelitian, memberikan wawasan yang mendalam tentang perspektif mereka. Kegiatan ini melibatkan pemeriksaan visual untuk mendeteksi kerusakan, serta pengukuran suhu, getaran, dan parameter operasional lainnya. Data dokumenter ini mencakup dokumen dan catatan terkait pemeliharaan motor pompa. Ini termasuk laporan pemeliharaan sebelumnya, jadwal pemeliharaan, waktu perawatan, dan data kerusakan.

Sumber data penelitian ini terdapat 2 (dua) jenis sumber data, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer dari wawancara dan observasi tentang pemeliharaan motor pompa memberikan pemahaman mendalam tentang praktik-praktik yang dilakukan dalam memelihara motor pompa. Observasi langsung mengamati proses pemeliharaan motor pompa, termasuk pemeriksaan rutin, perawatan, dan tindakan saat terjadi kerusakan. Sedangkan sumber data sekunder meliputi dokumen dan arsip yang ada memberikan informasi berharga tentang pemeliharaan motor pompa, termasuk laporan pemeliharaan sebelumnya, waktu perawatan, dan data kerusakan.

Teknik pengumpulan data peneliti memanfaatkan beberapa metode pengumpulan data yang dapat digunakan dalam penelitian ini, untuk teknik pengumpulan meliputi wawancara, observasi, fokus kelompok dan dokumen. Dokumen dalam penelitian ini mencakup laporan pemeliharaan sebelumnya jadwal pemeliharaan, waktu perawatan yang dilakukan dan data kerusakan. Hal ini bertujuan untuk memberi informasi tren kepada peneliti dalam riwayat pemeliharaan.

Teknik analisis data menurut (Miles dan Huberman dalam Sugiyono, 2022;132-133) ada 4 (empat) komponen utama dalam teknik analisis data yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.



Gambar 3. Model Analisis Interaktif Miles dan Huberman

Sumber : Sugiyono, 2022

Uji Keabsahan Data menggunakan *member check* peneliti dapat memverifikasi kebenaran dan keandalan data yang terkumpul, sehingga mengurangi kemungkinan adanya kesalahan atau distorsi yang dapat mempengaruhi analisis dan kesimpulan penelitian. Tujuan *member check* menurut Sugiyono (2022) adalah untuk mengetahui seberapa jauh data yang diperoleh sesuai dengan apa yang diberikan oleh pemberi data. Pemilihan uji kredibilitas data yang tepat melalui *member check* juga membantu memastikan bahwa hasil penelitian dapat dipercaya dan diterima.

4. Hasil dan Pembahasan

Terdapat sebuah temuan dalam melakukan observasi secara langsung dalam proses penelitian yang dilakukan di lapangan, dengan mengamati peneliti dapat memahami dan mempelajari dalam proses pengecekan pemeliharaan motor pompa secara langsung. Berikut hasil dari pengamatan peneliti :

- 1) *High Temperature*
- 2) *Bearing Jammed*
- 3) *High Vibration*

Peneliti melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden guna menggali informasi lebih dalam mengenai pemeliharaan motor pompa, yaitu peneliti mewawancarai teknisi, *leader team* dan *supervisor* electrical yang bertanggung jawab atas pemeliharaan motor pompa, berikut para narasumbernya :

Tabel 4. Narasumber

No	Nama	Pengalaman	Jabatan Pekerjaan	Jobdesk
1	Hari Hadi	9 Tahun	Teknisi	Secara rutin melakukan perbaikan dan diagnosis masalah yang terjadi pada motor pompa baik temuan tim pengecekan dan dari plant sendiri dan melakukan perbaikan dan mengganti suku cadang yang rusak atau aus pada motor pompa
2	Dwi Wahyu	7 Tahun	<i>Leader Team</i>	Perannya sebagai <i>leader team</i> , berperan aktif dalam melakukan perencanaan jadwal pemeliharaan, mengawasi pelaksanaan tugas serta memberikan arahan dan bimbingan kepada anggota tim untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan motor pompa

3	Yusuf	10 Tahun	<i>Supervisor Electrical</i>	Bertugas membuat laporan pemeliharaan, mengidentifikasi dan menganalisis masalah, serta mengoordinasikan upaya perbaikan yang diperlukan guna menjaga keandalan sistem kelistrikan secara keseluruhan.
---	-------	----------	------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sumber : Data Primer 2023

Data dokumen yang diambil oleh peneliti merupakan data banyaknya kerusakan dari bulan Januari sampai bulan November tahun 2023 sebagai berikut :

Tabel 5. Data Kerusakan Motor Pompa

Bulan	Jumlah Kerusakan	Jenis Kerusakan		
		<i>Bearing Jamed</i>	<i>Hight Vibration</i>	<i>Hight Temperature</i>
Januari	15	5	2	8
Februari	10	2	0	8
Maret	11	4	2	5
April	9	3	1	5
Mei	8	3	0	5
Juni	6	1	1	4
Juli	10	3	2	5
Agustus	5	0	0	5
September	9	4	1	4
Oktober	6	2	0	4
November	8	4	1	3

Sumber : Data Sekunder 2023

Reduksi Data

1) Define

Penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan yang sering terjadi pada motor pompa di PT. X. Meskipun sudah dilakukan pengecekan, masih terdapat jumlah kerusakan yang signifikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah kerusakan hingga nol. Berdasarkan pengumpulan data observasi, wawancara, dan dokumen, berikut adalah kerusakan yang sering terjadi pada motor pompa :

- a. *Bearing jammed*
- b. *High Vibration*
- c. *High Temperature*

2) Measure

Alat yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu CTQ, pareto dan peta kendali sebagai berikut :

Tabel 6. Jumlah Kerusakan Motor Pompa pada PT X

Bulan	Jumlah Sampel	Jumlah Kerusakan	Jenis Kerusakan		
			<i>Bearing Jamed</i>	<i>High Vibration</i>	<i>High Temperature</i>
Januari	4248	15	5	2	8
Februari	4096	10	2	0	8
Maret	4337	11	4	2	5
April	4126	9	3	1	5
Mei	3851	8	3	0	5
Juni	4269	6	1	1	4
Juli	4385	10	3	2	5
Agustus	4327	5	0	0	5
September	4461	9	4	1	4
Oktober	4068	6	2	0	4

November	4358	8	4	1	3
TOTAL	46526	97	31	10	56

Sumber : Data Sekunder 2023

Hasil dari tabel merupakan jumlah kerusakan yang terjadi pada pemeliharaan motor pompa di tahun 2023, dapat diurutkan pada tabel berikut :

Tabel 7. Penempatan dan Urutan CTQ

No	Jenis Kerusakan	Jumlah	Persentase	Kumulatif
1	<i>High Temperature</i>	56	58%	58%
2	<i>Bearing Jamed</i>	31	32%	90%
3	<i>High Vibrasi</i>	10	10%	100%
TOTAL		97	100%	

Sumber : Data Sekunder 2023

Data tersebut menunjukkan bahwa kerusakan tertinggi adalah yang disebabkan oleh *High Temperature* dengan jumlah 56 unit kerusakan yang ditimbulkan dengan presentase 58%.

Tabel 8. Tabel Peta Kendali

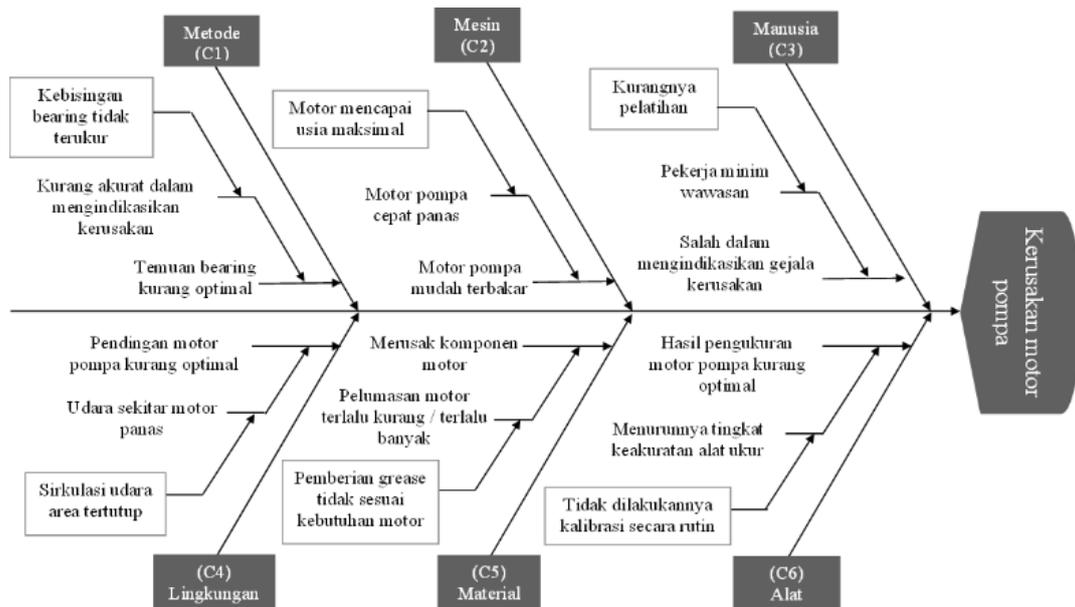
Bulan	Jumlah Sampel	Jumlah Kerusakan	Proposi	CL	UCL	LCL
Januari	4248	15	0,0035	0,0021	0,0027	0,0015
Februari	4096	10	0,0024	0,0021	0,0027	0,0015
Maret	4337	11	0,0025	0,0021	0,0027	0,0015
April	4126	9	0,0022	0,0021	0,0027	0,0015
Mei	3851	8	0,0021	0,0021	0,0027	0,0015
Juni	4269	6	0,0014	0,0021	0,0027	0,0015
Juli	4385	10	0,0023	0,0021	0,0027	0,0015
Agustus	4327	5	0,0012	0,0021	0,0027	0,0015
September	4461	9	0,0020	0,0021	0,0027	0,0015
Oktober	4068	6	0,0015	0,0021	0,0027	0,0015
November	4358	8	0,0018	0,0021	0,0027	0,0015

Sumber : Data Sekunder 2023

Data diatas merupakan perhitungan dari rata – rata, batas atas dan batas bawah yang disajikan juga pada gambar grafik peta kontrol. Terdapat 3 (tiga) data *out of control* yaitu di bulan Januari, Juni dan Agustus pada tahun 2023.

3) Analyze

Menentukan akar penyebab dari kerusakan motor pompa melalui *focus group discussion* (FGD), pendekatan ini merupakan yang efektif dalam mengumpulkan pandangan-pandangan beragam dari berbagai pihak yang terlibat dalam penggunaan dan pemeliharaan motor pompa. Terdapat 6 faktor yaitu metode, mesin, manusia, lingkungan, material dan alat.



Gambar 4. Diagram *Fishbone*

Sumber : Data Primer 2023

4) *Improve*

Tujuan dari tahap *improvement* adalah meningkatkan kualitas, efisiensi dan hasil dari proses yang sedang dianalisis. Melakukan perbaikan tersebut peneliti menggunakan metode 5W + 1H untuk melakukan perbaikan tersebut, usulan perbaikan tersebut sesuai dengan permasalahan yang telah dibahas pada fase *Analyze*.

5) *Control*

Fase *control* pada DMAIC adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang diimplementasikan berhasil dan berkelanjutan. Usulan yang diberikan di fase *improve* perlu adanya tindakan pengendalian yang konsisten guna menghasilkan implementasi yang lebih optimal. Maka diperlukan usulan pengendalian sebagai berikut :

- Melakukan pencatatan dalam pemeliharaan motor pompa mengenai pengukuran kebisingan dengan menggunakan alat vibrotip. Adanya pencatatan khusus untuk pengukuran kebisingan *bearing* dapat memudahkan dalam mengindikasikan kerusakan pada *bearing* motor.
- Usulan dalam pemberian grease sebagai pelumasan pada *bearing* membuat *checksheet* sesuai buku panduan motor. Pemberian grease sesuai dengan takaran type motor maka memperpanjang usia komponen-komponen dari motor itu sendiri.
- Solusi yang direkomendasikan adalah melakukan kalibrasi secara rutin dengan pembuatan *checklist* untuk memudahkan penjadwalan kalibrasi alat ukur. Kalibrasi yang teratur dan sistematis sangat penting untuk memastikan bahwa alat ukur memberikan hasil yang akurat dan konsisten.

Penyajian Data

Tahap penyajian data, peneliti merangkum data - data dari tahap reduksi guna mempermudah pemahaman peneliti tentang informasi yang ada serta membantu dalam merencanakan tugas selanjutnya. Penyajian data dalam penelitian kualitatif melalui teks yang bersifat naratif dengan hasil sebagai berikut :

1) *Define*

Berdasarkan dari temuan kerusakan pada motor pompa banyak terjadi karena *bearing jammed*, *high vibration* dan *high temperature*.

2) *Measure*

Dalam proses pengukuran, terdapat 31 unit kerusakan yang disebabkan oleh *bearing jammed*, 10 unit kerusakan yang disebabkan oleh *high vibration*, dan 56 unit kerusakan yang disebabkan oleh *high temperature*. Urutan pertama penyebab kerusakan pada motor pompa adalah *high temperature* dengan persentase 58%. Urutan kedua adalah *bearing jammed* dengan persentase 32%, dan urutan ketiga adalah *high vibration* dengan persentase 10%. Hasil perhitungan peta kendali menunjukkan bahwa terdapat data *out of control* pada bulan Januari, Juni, dan Agustus.

3) *Analyze*

Proses analisa dengan bantuan diagram sebab akibat atau diagram fishbone menunjukkan bahwa ada enam faktor yang terdiri dari metode, mesin, manusia, lingkungan, material dan alat. Hasil dari sebab akibat sebagai berikut :

a. Metode

Pengukuran kebisingan *bearing* menggunakan stetoskop saja kurang akurat dalam mengindikasikan kerusakan pada *bearing* motor pompa. Penggunaan alat khusus seperti pemantau getaran atau alat pengukur kebisingan yang lebih sensitif diperlukan untuk memperoleh data yang lebih terperinci dan objektif mengenai kondisi *bearing* motor pompa.

b. Mesin

Motor pompa yang mencapai usia maksimal menjadi akar penyebab utama masalah kinerja motor pompa. Penurunan kualitas dan efisiensi komponen internal motor pompa terjadi seiring bertambahnya usia motor. Hal ini menyebabkan peningkatan suhu secara signifikan, yang dapat mengakibatkan kerusakan, kegagalan, dan risiko kebakaran pada motor pompa. Suhu yang berlebihan dapat mengeringkan pelumas dan merusak komponen penting seperti kumparan kawat dan isolasi termal, yang memicu hubungan arus pendek dan terbakarnya motor pompa.

c. Manusia

Kurangnya pelatihan adalah penyebab utama minimnya wawasan pekerja dalam mengindikasikan gejala kerusakan pada motor pompa. Hal ini mengakibatkan kurangnya pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan secara akurat. Kurangnya pemahaman tentang motor pompa dapat menyebabkan pekerja tidak mampu mengenali gejala-gejala kerusakan yang muncul. Akibatnya, tanda-tanda awal kerusakan dapat terlewatkan dan mengakibatkan kerusakan yang lebih serius atau bahkan kegagalan motor pompa secara keseluruhan. Ini dapat mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada motor pompa dan kerugian finansial yang signifikan bagi organisasi.

d. Lingkungan

Sirkulasi udara terhambat dan kurangnya pembersihan motor pompa dapat menyebabkan peningkatan suhu motor, mereduksi kinerja dan daya tahan motor, serta meningkatkan risiko kerusakan pada sistem pendinginan.

e. Material

Pemberian grease yang tidak sesuai kebutuhan motor pompa dapat merusak komponen motor karena pelumasan yang tidak optimal. Jika grease diberikan kurang dari yang seharusnya, gesekan antara komponen meningkat dan menyebabkan keausan berlebihan. Suhu tinggi dan tekanan yang tidak terkendali dapat merusak *bearing*, housing, dan bagian penting lainnya dalam motor pompa. Di sisi lain, pemberian grease yang berlebihan menyebabkan penumpukan berlebihan di area pelumas, meningkatkan tekanan dan hambatan aliran. Hal ini dapat menyebabkan overheating, keausan komponen, gangguan pendinginan, dan pengurangan efisiensi operasional motor.

f. Alat

Tidak melakukan kalibrasi rutin dapat menurunkan keakuratan alat ukur, mempengaruhi hasil pengukuran motor pompa, dan berpotensi merusak motor tersebut jika masalah tidak terdeteksi atau diperbaiki secara tepat waktu.

4) *Improve*

Tahapan ini merupakan langkah perbaikan dari hasil yang temuan pada diagram sebab akibat, usulan perbaikan tersebut sebagai berikut :

- a. Menggunakan alat pengukur suara dengan satuan desibel (db) untuk mendapatkan hasil ukuran kebisingan *bearing* motor.
- b. Mengganti unit maupun komponen motor secara bertahap disertakan penjadwalan sesuai usia maksimal motor dan performa motor
- c. Memberikan pelatihan intensif dan komprehensif kepada pekerja mengenai identifikasi tanda-tanda kerusakan pada motor pompa, baik melalui ahli terkait maupun kerjasama dengan produsen motor pompa. Pelatihan akan mencakup pemahaman fungsi dan komponen motor pompa, serta pengetahuan tentang tanda-tanda kerusakan yang umum perlu diperhatikan.
- d. Memberikan ventilasi sesuai kebutuhan di area tersebut dan membersihkan menyeluruh dibagian motor terutama pada bagian *cover fan* dan *fan* motor itu sendiri.
- e. Solusi yang diberikan adalah menggunakan jumlah volume grease yang tepat sesuai rekomendasi pabrikan di buku pedoman. Serta membuat *checksheet* panduan pemberian grease setiap type motor yang berbeda.
- f. Melakukan kalibrasi secara rutin dengan pembuatan *checklist* untuk memudahkan penjadwalan kalibrasi alat ukur.

5) *Control*

Tahapan ini mengenai pengendalian dan pemantauan setelah proses perbaikan, guna memudahkan dalam proses pemantauan agar perbaikan tersebut tetap konsisten dan dijalankan dengan baik. Usulan pemantauan sebagai berikut :

- a. Pencatatan dalam pemeliharaan motor pompa mencakup pengukuran kebisingan menggunakan alat *vibrotip*. Alat ini dapat mengukur kebisingan *bearing* motor dalam satuan *desibel* (db). Pencatatan khusus untuk pengukuran kebisingan *bearing* akan membantu mengidentifikasi kerusakan pada *bearing* motor.
- b. Pemberian grease pada *bearing* motor pompa harus mengikuti *checksheet* yang ada dalam buku panduan. *Checksheet* tersebut menjadi pedoman untuk memberikan grease sesuai dengan panduan unit motor. Pemberian grease yang sesuai dengan takaran yang dianjurkan sesuai *type* motor akan meningkatkan umur komponen-komponen motor tersebut.

- c. Solusi yang direkomendasikan berikutnya adalah melakukan kalibrasi rutin dengan menggunakan *checklist* untuk memudahkan penjadwalan kalibrasi alat ukur. Kalibrasi yang teratur dan sistematis penting untuk memastikan hasil yang akurat dan konsisten dari alat ukur. Kalibrasi rutin membantu mengidentifikasi perubahan atau *drift* yang mungkin terjadi pada alat ukur seiring waktu dan mengambil langkah perbaikan yang diperlukan.

Kesimpulan ini didasarkan pada temuan dan verifikasi data yang valid dan konsisten. Proses analisis melibatkan observasi, wawancara, dan pemeriksaan dokumen. Dari ketiga sumber tersebut, ditemukan konsistensi data yang menunjukkan bahwa *High Temperature, Bearing Jammed, dan High Vibration* adalah tiga faktor utama yang menyebabkan kerusakan pada motor pompa.

Proses observasi dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap motor pompa untuk memperoleh informasi tentang kondisinya. Wawancara dengan pihak terkait juga dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang masalah yang ada. Selain itu, pemeriksaan dokumen seperti laporan perawatan dan catatan kerusakan juga dilakukan sebagai sumber data yang relevan.

Konsistensi data yang ditemukan dari ketiga faktor tersebut menunjukkan bahwa *High Temperature, Bearing Jammed, dan High Vibration* secara bersama-sama menyebabkan kerusakan pada motor pompa. Kesimpulan ini didukung oleh data yang valid dan konsisten yang diperoleh melalui proses analisis.

Selain itu, hasil analisis telah diverifikasi oleh ketiga narasumber dan diperkuat melalui tahap *Fokus Group Discussion (FGD)* yang melibatkan tim *Conditional Monitoring (CM)* dan tim *Repair and Maintenance (RM)*. Proses FGD juga membantu dalam menentukan klausa dalam diagram sebab-akibat. Hasil dari verifikasi melalui member check sebagai berikut :

- a. Pengecekan pemeliharaan motor pompa 1 site plant dilakukan hanya 1 bulan.
- b. Pemberian grease harus sesuai kebutuhan pelumasan motor tidak boleh lebih dan tidak boleh kurang.
- c. Bagian pendinginan yaitu *cover fan* dan *fan* harus benar-benar bersih agar pendinginan lebih optimal.
- d. Posisi motor tidak center yang menjadikan frekuensi getaran lebih tinggi.
- e. Tidak dilakukannya kalibrasi secara rutin.
- f. Tahun ini banyak kerusakan yang disebabkan berbagai faktor.
- g. Pelumasan yang kurang dan berlebih, kebersihan kurang terjaga, usia motor melebihi batas maksimal.

Hasil yang diperoleh oleh peneliti dari sumber data observasi, wawancara dan dokumen tidak ditemukan perbedaan, maka hasil tersebut diverifikasi oleh ketiga narasumber dan proses FGD.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini penyebab terjadinya kerusakan pada motor pompa ada tiga jenis kerusakan yaitu *Hight Temperatur* dengan total kerusakan 56 unit, selanjutnya kerusakan yang disebabkan oleh *Bearing Jammed* dengan total kerusakan 31unit dan kerusakan ketiga yaitu disebabkan oleh *Hight Vibration* dengan total kerusakan 10 unit.

Terdapat 6 (enam) rekomendasi atau usulan perbaikan dalam proses pemeliharaan yaitu untuk meningkatkan kualitas pemeliharaan motor pompa agar menekan dan mengurangi angka

kerusakan. Pertama, menggunakan alat pengukur suara dengan satuan desibel (db) untuk mendapatkan hasil ukuran kebisingan *bearing* motor. Kedua, mengganti unit maupun komponen motor secara bertahap disertakan penjadwalan sesuai usia maksimal motor dan performa motor. Ketiga, memberikan pelatihan intensif dan komprehensif kepada pekerja mengenai identifikasi tanda-tanda kerusakan pada motor pompa, pelatihan ini dapat diadakan oleh ahli terkait atau melalui kerjasama dengan produsen motor pompa untuk memberikan pelatihan teknis yang terarah, fokus pelatihan mencakup pemahaman mendalam mengenai fungsi dan komponen motor pompa serta pengetahuan tentang tanda-tanda kerusakan yang umum perlu diperhatikan. Keempat, memberikan ventilasi sesuai kebutuhan di area tersebut dan membersihkan menyeluruh dibagian motor terutama pada bagian *cover fan* dan *fan* motor itu sendiri. Kelima, Solusi yang diberikan adalah menggunakan jumlah volume grease yang tepat sesuai rekomendasi pabrikan dalam buku pedoman serta membuat *checksheet* panduan pemberian grease setiap tipe motor yang berbeda. Keenam, melakukan kalibrasi secara rutin pada alat pengukuran dengan pembuatan *checklist* untuk memudahkan penjadwalan kalibrasi alat ukur.

Daftar Pustaka

- Alam, P. T., & Realty, S. (2023). Analisis Kinerja dengan Metode Benchmark Behavioral Model : *ISOQUANT : Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, 7(2), 170–179. <http://studentjournal.umpo.ac.id/index.php/isoquant>
- Alamsyah, N., & Rahmawati, I. (2023). Analisis Penerapan Product-Service System (PSS) dalam Mengembangkan Pabrik Tahu XYZ. *ISOQUANT : Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, 7(2), 283–289. <https://doi.org/10.24269/iso.v7i2.2083>
- Antosz, K., Kaczmarek, M. J., Waszkowski, R., & Machado, J. (2022). Application of Lean Six Sigma for Sustainable Maintenance: case study. *IFAC PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.204>
- Estanislau, M., Felix, M., Braga, O. de O., Viera, L. E. V., Torres, L. F., & Calado, R. D. (2022). DMAIC in improving patient care processes: Challenges and facilitators in context of healthcare. *IFAC PapersOnLine*, 55(10), 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.628>
- Hairiyah, N., & Amalia, R. R. (2020). Pengendalian Kualitas Produk Tahu Menggunakan Metode Six Sigma Di UD. Sumber Urip. *Agrointek*, 14.
- Lamatinulu. (2022). *Strategi Perbaikan Kinerja & Produktivitas Melalui Integrasi Lean Six Sigma dan Balanced Scorecard*. Nas Media Pustaka.
- Lestari, F. A., & Purwatmini, N. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC. *Ecodemica*, 5(1), 79–85.
- Lister, E. C. (2021). *Pengertian Motor Listrik dan Penjelasannya*. BlogTeknisi. <https://blogteknisi.com/pengertian-motor-listrik-dan-penjasannya/>
- Mariani. (2022). Manajemen Operasional pada Proses Produksi Perusahaan. *Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 2(1), 14.
- Mauluddin, Y., Rahmawati, D., & Oktavianti, D. (2022). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Menggunakan Total Productive Maintenance untuk Menjamin Kestabilan Proses Produksi. *Jurnal Kalibrasi*, 20(2), 86–92. <https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.20-2.1148>
- Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al, A., & Mahlawat, S. (2023). The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon*, 9(3), e14625. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625>
- Mufida, N., Saragih, J., & Habyba, A. N. (2022). Perbaikan Proses Produksi Pompa Air PS-128 BIT Menggunakan Metode Six Sigma di PT Tirta Intimizu Nusantara. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri (JRSI)*, 9.
- Purnomo, J., Affandi, N., & Asep, R. (2021). Analisis Penerapan Perawatan Motor Konveyor Mesin Xray Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Tristan Engineering.

Jurnal Taguchi, 154–169.

- Sartika, D., Asngadi, & Syamsuddin. (2020). Analisis Pemeliharaan Mesin Cco (Crude Coconut Oil) Studi Kasus Pada Pt. Spo Agro Resources. *Jurnal Ilmu Manajemen Universitas Tadulako (JIMUT)*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.22487/jimut.v6i1.167>
- Shiyamy, A. F., Rohmat, S., & Sopian, A. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Statistical Process Control. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32–45.
- Siregar, C. T. N., Kindangen, P., & Palandeng, I. D. (2022). Evaluasi Pemeliharaan Mesin dan Peralatan Produksi PT. Multi Nabati Sulawesi (MNS) Kota Bitung. *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 10(3), 428-. <https://doi.org/10.35794/emba.v10i3.42362>
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kualitatif dalam Sugiyono, metode Penelitian kualitatif* (S. Y. Suryandari (ed.); Vol. 2, Issue 2).
- Talenta, S., & Al-Faritsy, A. Z. (2022). Penggunaan Metode DMAIC dan Poka Yoke Dalam Meminimalkan Terjadinya Cacat Produk Manhole Cover. *Disprotek*, 13(2), 154–161. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>
- Taufik, Afrinaldi, F., & Fadhlurrahman. (2019). Aplikasi Metode DMAIC Untuk Perbaikan Kualitas Proses di Perusahaan Farmasi. *Teknik Mesin*.
- Thahira, A. (2023). Peningkatan Berkelanjutan: Pendekatan Analisis Tulang Ikan. *ASSET: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 6(1). <https://doi.org/10.24269/asset.v6i1.7090>
- Tjandra, S. S., Nixon, & Fransiscus, H. (2018). *Penerapan Metoda Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Cacat Pakaian 514 (Studi Kasus di CV Jaya Reksa Manggala)*. 514, 10.
- Wahid, A., Tjahjaningsih, Y. S., & Mustakim. (2022). Integrasi Failure Tracking Matrix (FTM) dan Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) untuk Perbaikan Sistem Perawatan Mesin Pulverizer. *Flywheel*, 13(February), 12.
- Wibowo, T. J., Hidayatullah, T. S., & Nalhadi, A. (2021). Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 3(2), 110–120. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.485>