

Perancangan Strategi Pemeliharaan Dengan Pendekatan Metode Cmms Dan Omp Dengan Fmeca Sebagai Perspektif (Studi Kasus : *Instrument Air Compressor Pt. Xyz*)

Moh Hilal Fauzi¹, Ni Luh Putu Hariastuti²
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2}
hilal.fauzi@gmail.com¹, putu_hrs@itatas.ac.id
* *Moh Hilal Fauzi*

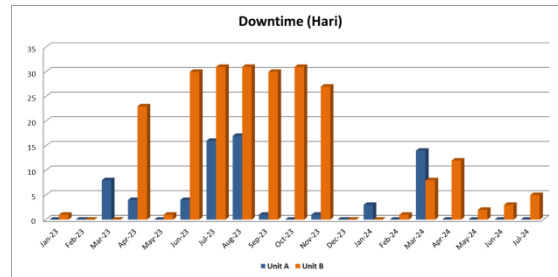
Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan hulu minyak dan gas bumi yang beroperasi lebih dari 25 tahun. Pada proses operasi di anjungan, sumber tenaga yang digunakan adalah tenaga listrik dan udara bertekanan sebagai sumber tenaga dari peralatan instrumentasi. Sumber tenaga udara bertekanan disini menggunakan dua unit instrument air compressor. Pada tahun 2023 sampai bulan juli 2024 unit ini sering mengalami kegagalan yang mengakibatkan tingginya aktifitas perbaikan dan pekerjaan tidak terjadwal. Dengan menggunakan metode OMMP untuk mengukur kinerja pemeliharaan terlihat bahwa cakupan jadwal PM dan PDM sudah cukup baik, biaya pemeliharaan rendah dan terkendali. Namun seringnya unit mengalami kegagalan membuat tingginya aktivitas pekerjaan darurat serta membuat nilai availabilitas peralatan menjadi rendah. Faktor penyebab kegagalan yang teridentifikasi melalui FMECA adalah short circuit di dalam unit, terminals loose dan ambient temperature high. Penempatan unit diluar ruangan menjadi factor yang perlu diperhatikan karena cuaca di area lepas pantai cukup ekstrim panas maupun ketika terjadi hujan. Beberapa langkah diusulkan untuk mencegah kejadian tersebut berulang seperti dengan menambahkan shelter, namun tetap memperhatikan sirkulasi udara untuk mencegah panas berlebih. Dengan metode CMMS proses pemeliharaan dapat dijalankan dengan lebih cepat dan akuntabel karena proses administrasi bisa dilakukan dengan cepat, serta pencatatan pemeliharaan bisa dilakukan dengan baik.

Kata Kunci: CMMS, diagram pareto, FMECA, instrument air compressor, OMMP.

A. PENDAHULUAN

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi, sudah beroperasi selama lebih dari 25 tahun sehingga faktor pemeliharaan merupakan kegiatan penting dalam perusahaan. Pada fasilitas produksi di sumuran apapun di area proses, terdapat banyak peralatan instrumentasi yang menggunakan sumber tenaga udara bertekanan. Seperti *control valve*, *shutdown valve*, dan pompa *chemical*. Tanpa adanya udara bertekanan, peralatan-peralatan tersebut tidak dapat bekerja sehingga peran dari ketersediaan sumber udara bertekanan sangatlah penting. Kompresor adalah peralatan penting dalam industri yang sepenuhnya otomatis saat ini yang dapat membantu proses produksi (Tri Haryono et al., 2024). Dalam industri migas, keandalan peralatan menjadi faktor yang sangat penting untuk menunjang proses produksi. Keandalan proses produksi ini sejalan dengan tujuan negara sesuai dengan Permen ESDM 35/2021 tentang Tatacara Penetapan Dan Penawaran Wilayah Kerja Migas untuk mencapai target produksi minyak nasional sebesar 1 juta barrel minyak perhari. Oleh karena itu proses pemeliharaan peralatan produksi menjadi hal yang harus menjadi perhatian. Pada operasional di PT. XYZ, peralatan utama penyedia udara bertekanan yaitu *instrument air compressor* unit A dan unit B. pada tahun 2023 sampai 2024 bulan juli terjadi breakdown 42 kali pada unit A dan 23 kali pada unit B, bahkan sempat terjadi *downtime* selama hampir 6 bulan dikarenakan kerusakan unit yang cukup kompleks sehingga sempat dilakukan *overhaul* unit. Jumlah *downtime* harian peralatan terdapat pada grafik Gambar 1.



Gambar 1. Data downtime *Instrument air compressor*
 (Sumber : PT. XYZ)

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan di atas, perlu dipecahkan penyebab dari seringnya unit *Instrument air compressor* mengalami *breakdown*. Dimulai dengan melakukan pengukuran kinerja pada departemen *Maintenance* menggunakan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) untuk mengetahui indikator yang harus diperbaiki atau ditingkatkan. Pemilihan metode ini berdasarkan pada kemudahan dalam pengelompokan faktor kinerja dan memahami hubungan antar faktor kinerja tersebut (Davies & Greenough, 2016). Kemudian melakukan pemetaan jenis kegagalan apa saja yang bisa terjadi pada unit *Instrument air compressor* dengan pendekatan *Failure Mode Effect Critically Analysis* (FMECA). Mode Kegagalan, Efek, dan Analisis Kekritisitas (FMECA) adalah instrumen yang sangat efisien yang digunakan untuk tujuan mendeteksi mode kegagalan prospektif (Akbar Waluyo & Widyaningrum, 2023). FMECA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, efek dan kekritisan sistem (mesin/instalasi) (Aldiansyah et al., 2023). Kemudian melakukan analisa untuk perencanaan strategi pemeliharaan dengan menggunakan metode *Computerized Maintenance Management System* (CMMS). CMMS dapat memantau siklus kerja secara efektif untuk memastikan pelaksanaan proyek yang efektif dan mengurangi waktu henti dalam system (Aniki & Akinlabi, 2013). Banyak industri manufaktur menggunakan CMMS karena mereka memiliki banyak aset dan suku cadang yang mahal, dan kegagalan peralatan bisa sangat merugikan (Sukmana & Rozi, 2024). Pada penelitian ini, hasil yang diharapkan adalah berupa perbaikan dari performa unit *Instrument air compressor*, sehingga diperlukan beberapa langkah dalam melakukan penelitian agar hasil dan rekomendasi untuk perbaikan dapat tercapai secara tepat.

B. LANDASAN TEORI

Instrument Air Compressor

Pada penelitian ini, objek dari unit *Instrument Air Compressor* menggunakan produk dari pabrikan Jerman, dengan merk *CompAir* model D75-10 dengan tipe pendingin udara (*Air cooled*). Spesifikasi dasar dari unit ini menggunakan tenaga sebesar 75 Kw dalam operasinya, dan mampu menghasilkan udara bertekanan sebesar 10 bar. *Instrument air compressor* adalah peralatan adalah alat atau mesin mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara. Alat ini biasanya menggunakan tenaga penggerak motor listrik, mesin diesel, atau mesin bensin untuk dapat beroperasi. Berdasarkan mekanisme internalnya, kompresor angin dikategorikan sebagai perpindahan positif (*positive displacement*) dan perpindahan dinamis (*dynamic displacement*) (Godspower Chukwudi et al., 2024).

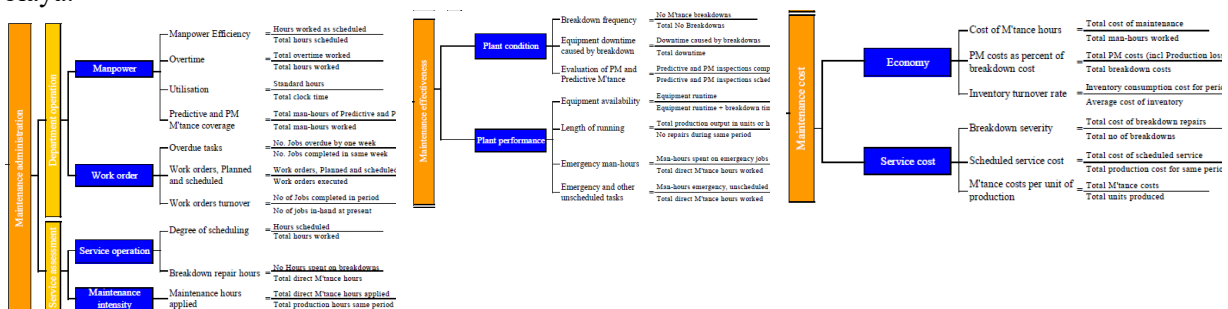
Pemeliharaan (Maintenance)

Maintenance dapat didefinisikan dengan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Dwi et al., 2021). Jenis *maintenance* ada tiga yaitu *Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan dalam proses produksi. *Corrective maintenance* Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada fasilitas atau peralatan yang mengakibatkan fasilitas atau peralatan tidak dapat berfungsi seperti yang diharapkan atas dasar prioritas atau keadaan darurat. Tindakan yang bisa dilakukan meliputi penggantian komponen, perbaikan komponen, serta overhaul. *Preventive maintenance* Merupakan pemeliharaan yang dilakukan demi mempertimbangkan kondisi komponen dengan mendeteksi indikasi terjadinya kegagalan. Proses mendeteksi indikasi kegagalan dengan

memonitor perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem atau peralatan dari waktu ke waktu (Egbe et al., 2024).

Overall Measure of Maintenance Performance (OMMP)

Pemeliharaan merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/ mesin pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat kesesuaian keadaan operasi produksi yang memuaskan. Oleh karena itu, pemeliharaan turut memberikan kontribusi pada pendapatan, keuntungan, dan pengeluaran perusahaan. Dalam pengukuran efisiensi dan efektivitas serta fungsi performansi pemeliharaan harus mencerminkan semua faktor relevan yang mempengaruhi pengukuran tersebut (Pramudya & Husada, 2023). Metode pengukuran yang dibutuhkan harus dikembangkan untuk tetap bisa berhubungan dengan organisasi atau perusahaan dalam pengambilan keputusan. *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) merupakan hasil rangkuman terhadap dua metode pengukuran fungsi variabel pemeliharaan dan kriteria fundamental dari pengukuran performansi pemeliharaan (Davies & Greenough, 2016). Dalam OMMP terdapat tiga perspektif yang memberikan informasi mengenai bagaimana cara mendapatkan data dan kemudahan pemahamannya. Tiga perspektif tersebut yaitu: perspektif administrasi, efektifitas, dan biaya.



Gambar 2. Konsep OMMP (Davies & Greenough, 2016)

Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis (FMECA)

Failure modes, effects, and criticality analysis (FMECA) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam melakukan identifikasi dan penilaian terhadap risiko. FMECA merupakan pengembangan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dimana mencakup cara untuk memberikan peringkat risiko yang terkait mode kegagalan, sehingga bisa menentukan prioritas penanggulangannya (Catelani et al., 2021). FMEA mengidentifikasi mode kegagalan dan penyebab mode kegagalan, kemudian didetailkan dengan menghitung peringkat risiko mode kegagalan pada FMECA (Singh et al., 2019). Cara untuk membuat risiko dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), dimana setiap RPN dari suatu mode kegagalan dibandingkan dengan nilai RPN dari mode kegagalan yang lainnya. Kemudian dibuat peringkat risiko dari nilai RPN tertinggi sampai ke nilai RPN terendah. Kriteria penilaian dari *severity*, *occurrence* dan *detection* menggunakan pedoman perusahaan milik PT. XYZ.

Cara untuk menghitung nilai RPN dari setiap mode kegagalan yang sebelumnya telah ditentukan dari analisa FMEA adalah sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (1)$$

dimana RPN : Risk Priority Number (nilai prioritas risiko)

S : *Severity* (tingkat keparahan)

O : *Occurrence* (kemungkinan terjadi)

D : *Detection* (kemampuan deteksi)

Berikut ini merupakan nilai dari setiap kategori *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

Tabel 1 *Severity* (tingkat keparahan)

Peringkat	Severity	Deskripsi
5	Kehilangan Sangat Besar	<i>Plant</i> tutup total atau perkiraan biaya perbaikan > \$5.000.000
4	Kehilangan Signifikan	Sebagian <i>plant</i> ditutup atau perkiraan biaya perbaikan \$1.000.000 - \$5.000.000
3	Kehilangan Moderat	Sebagian <i>plant</i> berhenti operasi atau perkiraan biaya perbaikan \$100.000 - \$1.000.000
2	Kehilangan Kecil	Kemungkinan terjadi gangguan singkat pada proses

1	Kehilangan Tidak Signifikan	atau perkiraan biaya perbaikan perkiraan biaya perbaikan \$10.000 - \$100.000 Tidak ada gangguan pada proses atau perkiraan biaya perbaikan < \$10.000
---	-----------------------------	---

Sumber: Pedoman Pengelolaan Risiko HSSE PT. XYZ Rev.0 (2021)

Tabel 2. *Occurrence* (kemungkinan terjadi)

Peringkat	<i>Occurrence</i>	Deskripsi
5	Hampir Pasti Terjadi (<i>Almost</i>) $80\% < x < 100\%$	Terjadi beberapa kali di wilayah operasi <i>holding company</i> dalam 1 tahun terakhir ATAU adanya kondisi yang memungkinkan kejadian dapat terjadi di wilayah operasi <i>holding company</i> lebih dari sekali tiap tahun nya Pernah terjadi selama masa hidup operasi (<i>operational lifetime</i>) <i>holding company</i> hingga 1 kali dalam setahun terakhir ATAU adanya kondisi yang memungkinkan kejadian dapat terjadi di wilayah operasi <i>holding company</i> selama masa hidup operasinya hingga satu kali per tahun
4	Sangat Mungkin Terjadi (<i>Likely</i>) $60\% < x < 80\%$	Pernah terjadi di wilayah operasi <i>holding company</i> hingga 1 kali dalam 100 tahun terakhir
3	Bisa Terjadi (<i>Moderate</i>) $40\% < x < 60\%$	Pernah terdengar di industri minyak dan gas
2	Jarang Terjadi (<i>Unlikely</i>) $20\% < x < 40\%$	Tidak pernah terdengar di industri minyak dan gas
1	Hampir Tidak Mungkin Terjadi (<i>Rare</i>) $0\% < x < 20\%$	

Sumber: Pedoman Pengelolaan Risiko HSSE PT. XYZ Rev.0 (2021)

Tabel 3. *Detection* (kemampuan deteksi)

Peringkat	<i>Detection</i>	Deskripsi
5	Hampir Pasti Terjadi (<i>Almost Certain</i>)	<i>Visually Check and Suspect by Operator Routine Duties (ORD)</i>
4	Sangat Mungkin Terjadi (<i>Very High</i>)	<i>PM Task Suspection (need Simple Tools)</i>
3	Mungkin Terjadi (<i>High</i>)	<i>PdM Task Suspection (Need Tool Analyser)</i>
2	Bisa Terjadi (<i>Moderately High</i>)	<i>PM Task Replacement (Need NDT, Complicated Analysis)</i>
1	Hampir Tidak Mungkin Terjadi (<i>Almost Impossible</i>)	<i>Run To Fail (No Known control available to detect failure)</i>

Sumber: PT. XYZ (2023)

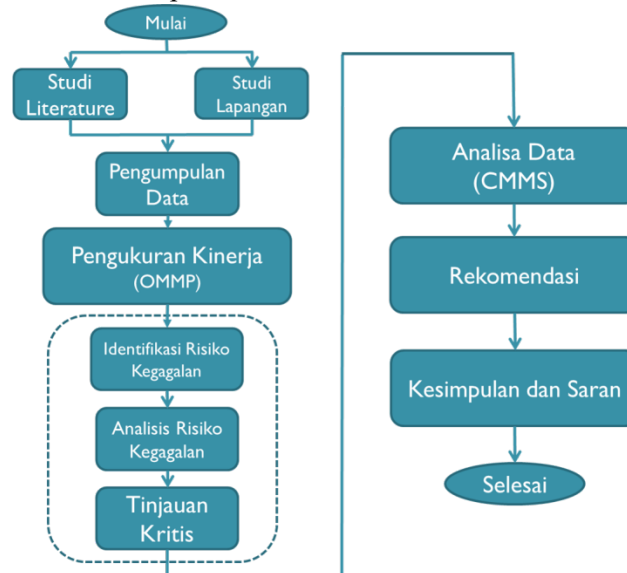
Computerized Maintenance Management System (CMMS)

Computerized Maintenance Management System (CMMS) adalah sebuah program komputer yang dirancang untuk membantu dalam perencanaan, manajemen, dan fungsi administratif yang dibutuhkan dalam pemeliharaan yang efektif. Hal-hal yang termasuk ke dalam fungsi tersebut adalah membangun, merencanakan, dan melaporkan work orders, perkembangan dari catatan-catatan mengenai pemeliharaan yang mudah untuk dicari, dan dapat mencatat transaksi pembelian komponen. CMMS dapat digunakan untuk menangani berbagai macam proses dari system pemeliharaan, membantu perusahaan dalam membuat sistem pemeliharaan menjadi lebih efisien, dan menganalisa peralatan yang lebih jauh digunakan untuk optimasi performansi peralatan tersebut. Modul-modul CMMS berdiri sendiri ataupun bergabung antara modul yang satu dengan yang lain. Sebagai contoh, CMMS yang menggabungkan *equipment data* dan *work orders modul* dapat dengan otomatis memasukkan informasi dari peralatan ke dalam *work orders* yang dapat dilakukan hanya dengan menginput identitas dari peralatan tersebut (Sukmana & Rozi, 2024).

Kebutuhan dan penggunaan CMMS tidak hanya dapat digunakan pada satu jenis perusahaan saja. Setiap perusahaan yang membutuhkan pemeliharaan bagi peralatan yang mereka miliki merupakan kandidat yang berpotensi untuk menggunakan CMMS. Perusahaan-perusahaan yang menggunakan CMMS merupakan perusahaan yang dirancang untuk mendukung persyaratan dari ISO 9000, peraturan lainnya, dan merupakan sebuah bagian kunci dari *Total Productive Maintenance* (TPM) (Amal & Ivest, 2011)

C. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian deskriptif, yang digunakan untuk memberikan penjelasan secara objektif tentang sistem pemeliharaan, dan evaluasi kinerja sistem pemeliharaan yang digunakan sebagai pengambilan keputusan untuk pihak yang berwenang. Dalam penelitian ini berfokus pada sistem pemeliharaan pada unit Instrument Air Compressor di PT. XYZ untuk memberikan penjelasan tentang fakta atau kejadian yang terjadi dalam system manajemen pemeliharaan pada unit milik perusahaan dan mampu memberikan rekomendasi guna meningkatkan kinerja sistem pemeliharaan pada PT. XYZ untuk kedepannya. Dalam penelitian ini terdapat penjelasan mengenai tahapan penelitian, yaitu: tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dengan OMMP, FMECA dan CMMS sekaligus tahap analisa kemudian diakhiri dengan kesimpulan dari hasil penelitian.



Gambar 3. Diagram alir metode penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Overall Measure of Maintenance Performance (OMMP)

Dalam OMMP terdapat 3 perspektif penilaian pemeliharaan yaitu *Maintenance administration*, *Maintenance effectiveness* dan *Maintenance cost*. Dari tiga perspektif tersebut terbagi menjadi 23 parameter penilaian OMMP, namun pada penelitian ini tidak semua parameter digunakan karena menyesuaikan dengan kebijakan pemeliharaan yang berlaku di perusahaan tempat penelitian ini dilaksanakan. Sesuai hasil diskusi yang dilakukan bersama dengan *Supervisor maintenance*, *Teknisi maintenance*, *Superintendent area* didapatkan 17 parameter yang sesuai dengan kondisi perusahaan dan kelengkapan data untuk diterapkan pada OMMP. 17 parameter ini sekaligus menjadi data primer.

Tabel 4. Data manhour

Periode	Planned Hours Maintenance Unit	Maintenance hours				Maintenance manhours 4 personel		Unscheduled Job Manhours Unit	Direct Maintenance activity hours Unit	Total Manhours
		PM & PDM Unit		Corrective Maintenance Unit		PM & PDM Unit	Corrective Maintenance Manhours Unit			
		PM & PDM Unit	Corrective Maintenance Unit	PM & PDM Unit	Corrective Maintenance Manhours Unit					
Jan-Des 2023	260	216	612	864	2448	232	886	3544		
Jan-Jul 2024	155	168	576	672	2304	192	792	3168		
Total	415	384	1188	1536	4752	424	1678	6712		

Sumber: PT. XYZ

Tabel 5. Data work order

Periode	Work Order E&I	Work Order Mekanik	Work Order Selesai	Work Order Tidak selesai
Jan - Des 2023	96	38	130	4

Jan - Jul 2024	64	17	79	2
Total	160	55	209	6

Sumber: PT. XYZ

Data sekunder diperoleh dari data historis perusahaan, data-data historis yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *manhours*, *downtime* mesin, data hasil produksi, data biaya produksi, data biaya perawatan, data runtime mesin, data catatan kejadian yang terkait peralatan *instrument air compressor*. Data yang terkumpul ditampilkan dalam Tabel 4,5,6,7,8,9 dan 10.

Tabel 6. Data *work order* mingguan

Periode	Work Order	Work Order Completed	Work Order Incompleted
W4 Jul 2024	13	13	0

Sumber: PT. XYZ

Tabel 7. Data produksi (barrel minyak)

Periode	Produksi (BO)	Rata-rata harian
Jan-23	53,336	1,721
Feb-23	48,348	1,727
Mar-23	53,783	1,735
Apr-23	51,754	1,725
May-23	53,642	1,730
Jun-23	52,025	1,734
Jul-23	53,146	1,714
Aug-23	53,505	1,726
Sep-23	52,264	1,742
Oct-23	53,585	1,729
Nov-23	51,717	1,724
Dec-23	53,134	1,714
Jan-24	53,435	1,724
Feb-24	50,178	1,730
Mar-24	53,332	1,720
Apr-24	51,810	1,727
May-24	53,834	1,737
Jun-24	51,949	1,732
Jul-24	53,523	1,727
Rata-rata	52,542	1,727
Total Produksi	998,301	

Biaya produksi @20 Usd/BO \$ 19,966,016.60

Sumber: PT. XYZ

Tabel 8. Downtime event

Downtime (Event) Periode	Breakdown maintenance		Total Breakdown event	
	A	B	A	B
Jan-23	0	0	0	0
Feb-23	0	0	0	0
Mar-23	1	2	8	0
Apr-23	2	2	4	23
May-23	0	0	0	0
Jun-23	4	0	4	30
Jul-23	13	0	16	31
Aug-23	9	0	17	31
Sep-23	1	0	1	30
Oct-23	0	0	0	31
Nov-23	1	1	1	27
Dec-23	0	0	0	0
Jan-24	5	0	3	0
Feb-24	0	1	0	1
Mar-24	5	4	14	8
Apr-24	0	8	0	12
May-24	0	0	0	2
Jun-24	1	2	0	3
Jul-24	0	3	0	5
Total	42	23	68	234
	65		302	

Sumber: PT. XYZ

Tabel 9. Data *downtime* (jam)

Downtime (Hours) Periode	Total Downtime (Hours)		Planned Downtime (Hours)		Unplanned Downtime (Hours)		Runtime (Hours)		Day per month	Hours per month
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Jan-23	0	744	0	744	0	0	744	0	31	744
Feb-23	0	672	0	672	0	0	672	0	28	672
Mar-23	192	744	192	744	0	0	552	0	31	744
Apr-23	82	720	82	720	0	0	638	0	30	720
May-23	0	744	0	744	0	0	744	0	31	744
Jun-23	0	720	0	720	0	0	720	0	30	720
Jul-23	231	744	231	744	0	0	513	0	31	744
Aug-23	14	744	0	744	14	0	730	0	31	744
Sep-23	6	720	6	720	0	0	714	0	30	720
Oct-23	0	744	0	744	0	0	744	0	31	744
Nov-23	0	636	0	636	0	0	720	84	30	720
Dec-23	0	0	0	0	0	0	744	744	31	744
Jan-24	85	0	85	0	0	0	659	744	31	744
Feb-24	0	0	0	0	0	0	696	696	29	696
Mar-24	379	182	105	144	274	38	365	562	31	744
Apr-24	0	322	0	218	0	104	720	398	30	720

May-24	0	36	0	0	0	36	744	708	31	744
Jun-24	0	30	0	24	0	6	720	690	30	720
Jul-24	0	147	0	147	0	0	744	597	31	744
Total	989	8649	701	8465	288	184	12883	5223	578	13872
		9638		9166		472		18106		

Sumber: PT. XYZ

Tabel 10. Data biaya pemeliharaan

Periode	Predictive Maintenance Service	Routine Maintenance Rotating Equipment	Routine Maintenance Crane and Lifting System
Jan 2023 - Jul 2024	\$160,831	\$331,545	\$194,695
Total		\$687,071	

Sumber: PT. XYZ

Dalam evaluasi kinerja sistem pemeliharaan perlu dilakukan perhitungan kinerja dari setiap parameter berdasarkan konsep *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP). Berikut merupakan perhitungan penilaian kinerja di PT.XYZ berdasarkan konsep OMMP.

Tabel 10. Hasil perhitungan OMMP

Parameter	Hasil	Benchmark	Capaian
<i>Manpower efficiency</i>	92.53%	>85%	Tercapai
<i>PDM & PM coverage</i>	22.88%	<60%	Tercapai
<i>Overdue task</i>	0%	3-5%	Tercapai
<i>Work orders turnover</i>	97.21%	>95%	Tercapai
<i>Degree of scheduling</i>	6.18%	>80%	Tidak
<i>Breakdown repair hours</i>	28.13%	-	Tidak
<i>Maintenance hours applied</i>	12.10%	High	Tidak
<i>Breakdown frequency</i>	21.52%	Low	Tidak
<i>Equipment downtime caused by breakdown</i>	4.90%	-	Tercapai
<i>Evaluation of PM and PDM</i>	92.53%	-	Tercapai
<i>Equipment availability</i>	65.26%	>97%	Tidak
<i>Length of running</i>	\$ 71.81	-	Tercapai
<i>Emergency manhours</i>	283.19%	<20%	Tidak
<i>Emergency and other unscheduled task</i>	25.27%	-	Tidak
<i>Cost of maintenance hours</i>	\$ 102.36	Low	Tercapai
<i>Scheduled service cost</i>	0.81%	Low	Tercapai
<i>Maintenance costs per unit of production</i>	\$ 0.69	Low	Tercapai

Sumber: Pengolahan data (2024)

Frekuensi kerusakan (*Breakdown Frequency*) masih tinggi di angka 21.52%. Hal ini berkontribusi pada rendahnya *Equipment Availability* yang hanya mencapai 65.26%, jauh di bawah benchmark yaitu diatas 97%. Waktu downtime akibat kerusakan tercatat 4.90%, yang masih cukup rendah. Evaluasi PM dan PDM menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan nilai 92.53%. Dari sisi biaya, hasilnya sangat memuaskan. Biaya perawatan per unit produksi hanya \$0.69 USD per barrel minyak, dan biaya layanan terjadwal (*Scheduled Service Cost*) rendah di angka 0.81%. Selain itu, biaya per jam kerja (*Cost of Maintenance Hours*) adalah \$102.36 USD per jam, masih dalam kategori standart dalam industri migas. Namun, indikator terkait aktivitas darurat menunjukkan hasil yang serius. Jam kerja darurat (*Emergency manhours*) sangat tinggi di angka 283.19%, jauh melampaui benchmark yang seharusnya dibawah 20%. Tugas darurat dan tidak terjadwal (*Emergency and Other Unscheduled Tasks*) juga tinggi di angka 25.27%. Dari data tersebut, parameter yang memerlukan perhatian serius adalah *availability* peralatan rendah yang diakibatkan dari frekuensi kerusakan yang tinggi. Hal itu menyebabkan frekuensi pekerjaan darurat yang tinggi. Sehingga permasalahan dari seringnya kerusakan instrument air compressor harus segera ditemukan solusinya.

Failure Mode Effect Critically Analysis (FMECA)

Dari hasil pengukuran kinerja pemeliharaan berdasarkan konsep OMMP menunjukkan bahwa beberapa parameter masih belum tercapai, yang mengakibatkan seringnya peralatan instrument air compressor mengalami kerusakan. Sehingga perlu dilakukan kajian jenis-jenis kegagalan yang terjadi serta faktor yang menyebabkan kegagalan tersebut sampai dengan rekomendasi yang bisa diusulkan untuk perbaikan. Untuk pemberian nilai dari masing-masing kategori *severity*, *occurrence* dan *detection* dilakukan dengan cara melakukan diskusi dengan pemangku kepentingan pada proses pemeliharaan di perusahaan tempat penelitian dilaksanakan. Beberapa personel yang terlibat di dalam

diskusi ini diantaranya adalah *supervisor maintenance*, *supervisor produksi*, *superintendent*, dan juga teknisi sebagai pelaksana pekerjaan pemeliharaan. Hasil analisa FMECA terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 11. Hasil perhitungan RPN

No FM	Failure mode	No FC	Failure cause	S	O	D	RPN
1	Sistem tidak dapat start	1	Tegangan kontrol tidak tersedia	2	3	3	18
		2	"Fault" masih belum di reset	1	4	4	16
		3	Kerusakan pada driver motor	4	2	3	24
		4	Kerusakan pada kompresor	4	2	4	32
		5	Ambient temperatur kurang dari 2 C	2	1	2	4

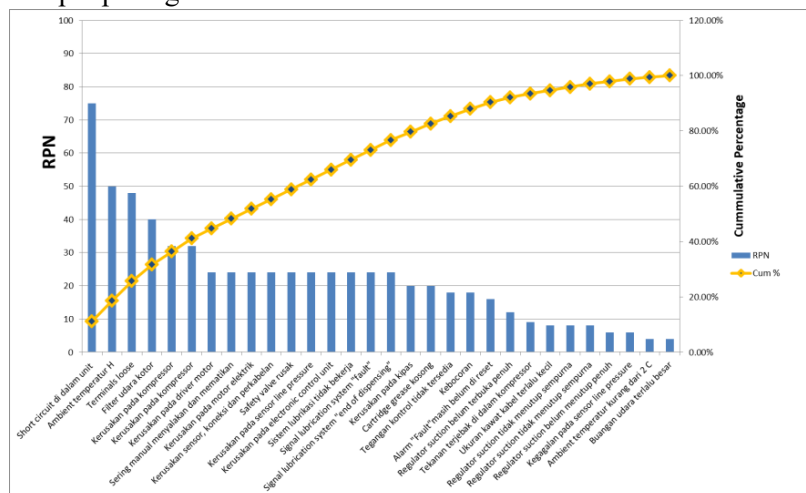
Sumber: Pengolahan data (2024)

Tabel 12. Peringkat RPN

NO FC	Failure cause	RPN	Persen	Cum %
6	Short circuit di dalam unit	75	11.13%	11.13%
15	Ambient temperatur H	50	7.42%	18.55%
7	Terminals loose	48	7.12%	25.67%
12	Filter udara kotor	40	5.93%	31.60%
4	Kerusakan pada kompresor	32	4.75%	36.35%
20	Kerusakan pada kompresor	32	4.75%	41.10%

Sumber: Pengolahan data (2024)

Untuk mempermudah identifikasi dan menentukan prioritas masalah, dibuat diagram pareto untuk menentukan posisi mana saja masalah yang harus diselesaikan dengan melihat prinsip pareto 20:80. Diagram pareto terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Diagram pareto penyebab kegagalan unit

Berdasarkan hasil dari analisa FMECA diatas, 20% penyebab masalah telah diperoleh sebanyak tiga failure cause yang menjadi prioritas masalah yang perlu diselesaikan yaitu *short circuit* di dalam unit (6), *ambient temperature high* (15), dan *terminals loose* (7), selanjutnya dilakukan diskusi dengan personel teknisi yang bertugas menangani unit instrument air compressor dan ahli dari pihak terkait di lapangan. Hasilnya terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 13. Rekomendasi pekerjaan untuk 3 penyebab kegagalan utama

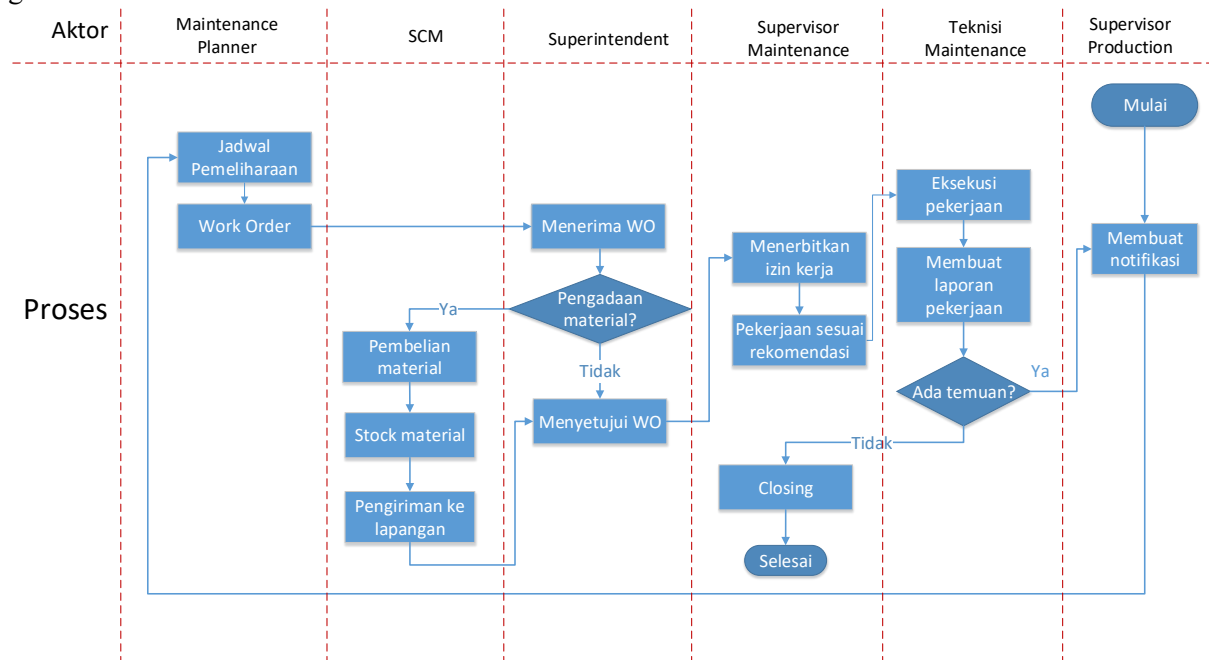
No FM	Failure mode	No FC	Failure cause	Failure effect	Task Proposed			
					Corrective	Preventive	Improvement	
2	Sistem tetap stasioner saat fase start up	6	Short circuit di dalam unit compressor	Sistem compressor tidak dapat bekerja	Pemeriksaan korsleting	penyebab	Inspeksi Rutin Kabel dan Koneksi Listrik	Peningkatan Desain Perlindungan Unit
					Pemeriksaan isolasi dan koneksi perkabelan	dan	Pembersihan Komponen Elektrik	Menambahkan shelter untuk unit compressor
					Pemeriksaan system	grounding	Pengujian Isolasi Komponen Listrik yang Sudah Tua	Pemasangan Surge Protector
7	Sistem kompresor tidak dapat bekerja	7	Terminals loose	Perbaikan atau Terminal yang Rusak	Penggantian Terminal yang Rusak		Inspeksi Rutin Koneksi Terminal	Peningkatan Proteksi Listrik
					Pemeriksaan Kabel yang		Pembersihan Terminal	Penggunaan Terminal dengan Kualitas Tinggi
								Penambahan Locking Mechanism pada

4	Sistem mati	15	Ambient temperatur terlalu tinggi Temperatur operasi unit <i>air compressor</i> tinggi	Terhubung ke Terminal	Memberikan Anti-Korosi / Contact cleaner	Terminal
				Perbaikan pada Komponen Pendinginan	Pemeriksaan Getaran Secara Rutin	Perbaikan Insulasi pada Pipa dan Komponen
				Kalibrasi dan Perbaikan Sensor Suhu	Pembersihan Sistem Pendingin Secara Rutin	
				Pemeriksaan dan Perbaikan Ventilasi	Pengecekan Filter Udara	
				Pemantauan Suhu Ambient	Sistem	Desain Ulang Sistem Ventilasi
				Pembersihan Pendingin		

Sumber: Pengolahan data (2024)

Computerized Maintenance Management System (CMMS)

Dengan menggunakan metode CMMS (*Computerized Maintenance Management System*), ketiga permasalahan yang sebelumnya teridentifikasi dapat diselesaikan dengan lebih cepat dan efisien. Apalagi kondisi perusahaan PT. XYZ yang berada di area lepas pantai, metode ini sangat membantu karena proses administrasi akan dapat dijalankan dengan lebih cepat. Pada penerapan CMMS di perusahaan PT. XYZ, ada beberapa aktor yang terlibat dalam pelaksanaan system CMMS, dan proses bisnis pekerjaan *corrective* berdasarkan kegagalan diatas pada penerapan CMMS terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Flowchart CMMS pemeliharaan *corrective* instrument air compressor

Proses ini bertujuan untuk memastikan semua kegiatan pemeliharaan berjalan sesuai rencana, material yang diperlukan tersedia, dan hasil pekerjaan dilaporkan dengan baik. Temuan pada kerusakan unit akan diinisiasi oleh *Supervisor production* untuk membuat notifikasi, kemudian *Maintenance planner* akan mengecek spesifikasi peralatan yang sudah tersimpan dalam *asset management* di dalam CMMS, kemudian membuat jadwal pemeliharaan serta menerbitkan *work order*. Superintendent lapangan sebagai pimpinan tertinggi akan menerima work order dan menentukan apakah pekerjaan tersebut memerlukan material tambahan atau tidak, apabila material sudah tersedia work order disetujui dan *Supervisor maintenance* akan menerbitkan izin kerja. Eksekusi pekerjaan dilakukan oleh teknisi, kemudian membuat laporan hasil pekerjaan. Apabila pekerjaan selesai akan ditutup pada sistem oleh *Supervisor maintenance*. Catatan pemeliharaan alat akan otomatis tersimpan dalam *asset management* di dalam CMMS.

E. Kesimpulan dan Saran

Penilaian kinerja pemeliharaan berdasarkan konsep OMMP menunjukkan bahwa efisiensi tenaga kerja yang tinggi menunjukkan biaya pemeliharaan rendah dan terkendali, serta cakupan jadwal PM dan PDM sudah cukup baik. Kelemahannya adalah ketepatan jadwal pemeliharaan masih sangat

rendah karena jauh lebih banyak pekerjaan *corrective* pada unit *instrument air compressor* dibandingkan pemeliharaan rutin. Hal ini disebabkan karena frekuensi kerusakan unit yang tinggi (21.52%), menyebabkan *Equipment Availability* rendah (65.26%). Sehingga berdampak pada aktivitas darurat, seperti jam kerja darurat yang tinggi dan tugas tidak terjadwal yang cukup tinggi (25.27%). Berdasarkan hasil dari analisa FMECA, mode kegagalan utama telah berhasil diidentifikasi yaitu sistem tetap stasioner saat fase *start up*, dan sistem mati, yang kegagalan tersebut disebabkan oleh *short circuit* di dalam unit, *terminals loose* dan *ambient temperature high*. Langkah-langkah perbaikan berupa aksi *corrective*, *preventive* dan *improvement* telah disusun untuk mengatasi kegagalan tersebut supaya tidak terulang kembali. Dengan menggunakan metode CMMS, penanganan kegagalan yang teridentifikasi dapat dilaksanakan dengan lebih cepat dan efisien. Karena proses pemeliharaan melibatkan banyak aktor dari beberapa departemen, metode ini dapat membantu proses pemeliharaan menjadi lebih baik dan lebih cepat. Dengan memanfaatkan CMMS, pencatatan, penjadwalan, penganggaran biaya, serta histori peralatan akan tercatat dengan baik sehingga proses pemeliharaan menjadi akuntabel.

Saran dari penelitian ini adalah seiring berkembangnya digitalisasi dalam sistem pemeliharaan, seperti integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dan analisa data berbasis *machine learning* untuk meningkatkan akurasi prediksi kerusakan dan efektivitas pemeliharaan. Selain itu pengembangan CMMS berbasis *cloud* yang dilengkapi dengan sensor *real-time* untuk *monitoring* kondisi peralatan, mendeteksi potensi kegagalan lebih cepat, dan memberikan rekomendasi tindakan secara otomatis. Dengan digitalisasi yang lebih komprehensif, proses pencatatan, penjadwalan, dan pelaporan pemeliharaan dapat dilakukan lebih efisien, terintegrasi antar departemen, dan menghasilkan sistem pemeliharaan yang lebih responsif terhadap kebutuhan operasional di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Waluyo, A., & Widyaningrum, D. (2023). Perbaikan Sistem Perawatan Mesin Forming dengan Metode FMECA dan RCM Berdasarkan Analisis OEE Pada PT XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 7281–7290. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6862>
- Aldiansyah, M., Yuliawati, E., Rahmawati, N., & Trihastuti, D. (2023). *Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI AdiBuana e- ISSN 2622-2035 Application of Overall Equipment Effectiveness and Failure Mode Effect and Criticality Analysis Methods to Improve Machine Performance Effectiveness Tibuana J. 06(2)*, 89–97.
- Amal, W., & Ivest, T. (2011). Usulan Perbaikan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Computerized Maintenance Management System (CMMS). *Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 2, 6(2)*, 80–86.
- Aniki, A. O., & Akinlabi, E. T. (2013). Implementation of CMMS Software for a Maintenance Plan in a Manufacturing Industry. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, 2006(7), 85–88.
- Catelani, M., Ciani, L., Galar, D., Guidi, G., Matucci, S., & Patrizi, G. (2021). FMECA Assessment for Railway Safety-Critical Systems Investigating a New Risk Threshold Method. *IEEE Access*, 9, 86243–86253. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3088948>
- Davies, C., & Greenough, R. M. (2016). *Measuring the effectiveness of lean thinking activities within maintenance. January 2003*.
- Dwi, M. C., Achmadi, F., & Sari, N. . (2021). Analisis Kegiatan Perawatan Dengan Menggunakan Metode Rcm Dan Ommp Pada Perusahaan Pt.Xyz. *Jurnal of Industrial Enggineering and Manajemen*, 16(01), 48–58.
- Egbe, G. O., Arinze, S. N., Ebebuwa, S. H., Obi, E. R., & Nwajana, A. O. (2024). Maintenance Resources Optimization Using Pareto Analysis: Instrumentation Air Compressor in Oredo, Nigeria. *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering*, 13(1). <https://doi.org/10.4018/IJMME.353392>
- Godspower Chukwudi, O., Christopher, O., David Bolarinwa, A., Monday Ogheneruona, I., & Agbegha Emmanuel, O. (2024). Instrument Air Compressors: The Lifeline of Oil and Gas Facility. Volume 1. A Case Study of Oml 17 – Nigeria. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 1(June), 1998–2005. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24may524>
- Pramudya, A. A., & Husada, Z. (2023). Machine Performance Sustainability Design with Overall Measure of Maintenance Performance (OMMP) and Integrated Environment Performance Measurement System (IEPMS). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(3), 733–742. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i3.17027>
- Singh, J., Singh, S., & Singh, A. (2019). Distribution transformer failure modes, effects and criticality analysis (FMECA). *Engineering Failure Analysis*, 99(July 2017), 180–191.

- <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.014>
Sukmana, F., & Rozi, F. (2024). Efficiency of Cmms (Computerized Maintenance Management System) Project Stages With K-Means. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 9(1), 424–437.
<https://doi.org/10.29100/jipi.v9i1.5453>
- Tri Haryono, Deni, D. A. R., Subekti Subekti, & Abdul Hamid. (2024). Using a frequency vibration approach, examine the impact of screw rotor clearance on the screw housing in an 11kW compressor. *JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.37373/jttm.v5i1.405>