

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil integrasi metode *Mean Time Between Failures* (MTBF) dan *Root Cause Analysis* (RCA) berbasis *Fault Tree Analysis* (FTA), telah disusun usulan jadwal perawatan *preventif* Mesin Pompa Slurry di PT. XYZ untuk periode Oktober 2025 hingga September 2026. Jadwal usulan tersebut ditetapkan berdasarkan nilai MTBF masing-masing komponen, dengan frekuensi perawatan sebesar 30 kali per tahun dengan interval 12 hari untuk komponen bearing dengan hasil MTTR sebesar 11 Jam , 11 kali per tahun dengan interval 32 hari untuk komponen impeller dengan hasil MTTR sebesar 9 Jam , 13 kali per tahun dengan interval 29 hari untuk komponen casing dengan hasil MTTR sebesar 9 Jam , dan 9 kali per tahun dengan interval 40 hari dengan hasil MTTR sebesar 9 Jam untuk komponen baut. Frekuensi tersebut seluruhnya lebih tinggi dibandingkan jadwal perawatan perusahaan yang sebelumnya hanya menetapkan 4 kali per bulan secara seragam untuk semua komponen tanpa mempertimbangkan tingkat keandalan masing-masing. Penerapan jadwal usulan ini menghasilkan peningkatan nilai *availability* mesin dari 88,7% pada kondisi eksisting menjadi 93,9% pada kondisi setelah penerapan jadwal baru, dengan selisih peningkatan sebesar 5,2 poin persentase. Peningkatan *availability* tersebut diperoleh karena jadwal usulan memperhitungkan *planned maintenance*

sebesar 480 jam per tahun, sehingga waktu operasi efektif mesin menjadi 8.280 jam dibandingkan total *running hour* sebesar 8.760 jam per tahun. Dengan demikian, integrasi metode MTBF dan RCA terbukti mampu menghasilkan jadwal perawatan preventif yang lebih terstruktur, berbasis data keandalan aktual, dan efektif dalam menekan frekuensi kerusakan serta *downtime* pada proses produksi pupuk Phonska di PT. XYZ.

2. Berdasarkan analisis data historis kerusakan Mesin Pompa Slurry di PT. XYZ selama periode Oktober 2024 hingga September 2025, diperoleh total waktu operasional efektif sebesar 7.776 jam dengan jumlah kegagalan sebanyak 55 kejadian dan total *downtime* sebesar 984 jam dari total *running hour* 8.760 jam per tahun. Perhitungan MTBF pada tingkat komponen menunjukkan bahwa komponen bearing memiliki nilai MTBF terendah sebesar 299 jam setara 12 hari dengan jumlah kegagalan tertinggi sebanyak 26 kali, sehingga ditetapkan sebagai komponen paling kritis yang memerlukan frekuensi perawatan paling intensif, yakni 30 kali per tahun. Komponen impeller memiliki nilai MTBF sebesar 777 jam setara dengan 32 hari dengan 10 kali kegagalan, sehingga ditetapkan frekuensi perawatan 11 kali per tahun. Komponen *casing* memiliki nilai MTBF sebesar 707 jam setara dengan 29 hari dengan 11 kali kegagalan, dengan frekuensi perawatan 13 kali per tahun. Adapun komponen baut memiliki nilai MTBF tertinggi sebesar 972 jam setara dengan 40 hari dengan 8 kali kegagalan, sehingga ditetapkan frekuensi perawatan paling rendah sebesar 9 kali per tahun. Nilai MTBF keseluruhan mesin diperoleh sebesar 150 jam berdasarkan

pembagian total waktu operasional efektif 8.280 jam dengan 55 kejadian kegagalan. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai MTBF suatu komponen, semakin pendek interval perawatan yang harus ditetapkan guna mencegah kegagalan sebelum terjadi. Dengan demikian, metode MTBF berhasil memberikan dasar kuantitatif yang objektif dan berbasis data aktual dalam penetapan interval perawatan optimal untuk setiap komponen kritis Mesin Pompa Slurry di PT. XYZ.

3. Berdasarkan hasil analisis *Root Cause Analysis* (RCA) menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan top event berupa "Kegagalan Operasional Mesin Pompa Slurry," diperoleh bahwa akar penyebab utama kegagalan bersumber dari dua komponen dominan, yaitu bearing dengan 26 kejadian kegagalan 47,3% dari total 55 kejadian dan impeller dengan 10 kejadian kegagalan 18,2% dari total kegagalan. Pada komponen bearing, kegagalan paling sering terjadi pada sub-komponen *rolling element* sebanyak 10 kali, diikuti oleh kegagalan akibat seal bearing sebanyak 4 kali dan *lubrication* sebanyak 4 kali. Berdasarkan struktur FTA, kegagalan bearing disebabkan oleh tiga akar penyebab yang terhubung melalui gerbang logika OR, yaitu: pelumasan yang tidak optimal, yang dipicu oleh kebocoran oli dan keterlambatan interval perawatan, kontaminasi slurry ke dalam sistem bearing akibat kerusakan seal dan tersumbatnya filter, serta beban berlebih yang diakibatkan oleh kondisi poros yang tidak lurus (*misalignment*) dan terjadinya penghentian mendadak (*sudden stop*). Pada komponen impeller, kegagalan terbanyak terjadi pada sub-komponen

material surface sebanyak 5 kali. Akar penyebab kegagalan impeller berdasarkan FTA adalah erosi abrasif yang disebabkan oleh kadar padatan tinggi dalam fluida slurry dan kecepatan aliran yang tinggi, erosi korosif akibat kandungan kimia slurry dengan pH yang bersifat asam, serta kavitasitas yang dipicu oleh kondisi *Net Positive Suction Head* (NPSH) yang tidak mencukupi, suhu fluida yang tinggi, laju aliran yang rendah, dan terjadinya resirkulasi internal pada saluran pompa. Seluruh faktor penyebab tersebut bersumber dari karakteristik operasional fluida slurry yang bersifat abrasif dan korosif, ditambah dengan ketidakefektifan sistem pelumasan serta pengaruh getaran selama operasi. Dengan demikian, metode RCA berbasis FTA berhasil mengidentifikasi hubungan sebab-akibat secara sistematis dan terstruktur, sehingga dapat menjadi dasar yang akurat dalam merancang tindakan perawatan preventif yang tepat sasaran untuk menekan frekuensi kegagalan dan meningkatkan keandalan Mesin Pompa Slurry di PT. XYZ.

5.2 Saran

1. Perusahaan disarankan menetapkan jadwal *preventive maintenance* berbasis MTBF. Komponen kritis pompa slurry (bearing, impeller, casing, dan baut) perlu dijadwalkan perawatan minimal 1 kali per bulan agar tindakan perawatan dilakukan sebelum mencapai rata-rata waktu kegagalan.
2. Perusahaan disarankan memperkuat pencatatan dan evaluasi kerusakan. Pencatatan *downtime*, jenis kerusakan, dan tindakan perbaikan perlu dilakukan secara konsisten sebagai dasar evaluasi efektivitas jadwal PM dan perbaikan berkelanjutan.

3. Perusahaan perlu menerapkan standar inspeksi dan pelumasan yang baku. Diperlukan SOP pelumasan bearing dan pembersihan impeller yang terjadwal setiap bulan untuk menekan keausan akibat karakter slurry yang abrasif.