

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri manufaktur pada era globalisasi mendorong setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi operasional, serta kualitas hasil produksi agar mampu bersaing di pasar nasional maupun internasional. Salah satu aspek yang menentukan keberhasilan proses produksi adalah tingkat keandalan (*reliability*) mesin dan peralatan produksi. Mesin yang beroperasi secara kontinu memerlukan sistem pemeliharaan yang terencana sehingga mampu mempertahankan performa operasional, memperpanjang umur pakai komponen, serta mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan yang dapat menghambat proses produksi. Oleh karena itu, penerapan manajemen pemeliharaan (*maintenance management*) menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari strategi peningkatan efektivitas operasi perusahaan.

Di Indonesia, industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu sektor manufaktur yang terus berkembang dan memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian nasional. Peningkatan permintaan produk kertas, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor, menyebabkan perusahaan harus mengoperasikan mesin produksi dalam durasi yang panjang dan dengan tingkat utilisasi yang tinggi. Kondisi tersebut mengakibatkan setiap peralatan produksi bekerja secara terus-menerus sehingga peluang terjadinya keausan komponen dan gangguan operasional semakin besar. Apabila kerusakan mesin tidak dapat dicegah sejak dini, maka perusahaan berpotensi mengalami penurunan produktivitas, meningkatnya biaya pemeliharaan, keterlambatan proses produksi, serta kerugian ekonomi akibat terjadinya *downtime*.

Dalam industri *pulp* dan kertas, motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump* bekerja sebagai satu kesatuan yang saling bergantung untuk mendukung proses penyedotan, pengeringan, dan perpindahan cairan secara berkelanjutan. Motor

induksi tiga fasa dipilih karena efisien, konstruksinya sederhana, hemat biaya perawatan, dan andal untuk operasi nonstop. Namun, kedua komponen tetap rentan mengalami gangguan mekanis, elektrik, atau kesalahan operasional—seperti kerusakan *bearing*, gangguan pendingin, filter tersumbat, *overheating*, kabel rusak, kontaktor bermasalah, hingga penurunan kualitas isolasi lilitan—yang bila tidak segera ditangani dapat berkembang menjadi kegagalan serius, meningkatkan *downtime* dan biaya perbaikan. Oleh karena itu, menjaga keandalan motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump* sangat krusial bagi kelangsungan operasional pabrik.

Salah satu strategi yang banyak diterapkan untuk meminimalkan risiko tersebut adalah *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala berdasarkan jadwal tertentu dengan tujuan mencegah terjadinya kerusakan sebelum mesin mengalami kegagalan fungsi. Berbeda dengan *corrective maintenance* yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, *preventive maintenance* lebih menitikberatkan pada tindakan inspeksi, pembersihan, pelumasan, penyetelan, dan penggantian komponen sebelum mencapai batas keausannya. Dengan penerapan *preventive maintenance* yang tepat, tingkat keandalan mesin dapat ditingkatkan, frekuensi kerusakan dapat ditekan, serta biaya operasional perusahaan menjadi lebih efisien.

Evaluasi terhadap efektivitas *preventive maintenance* memerlukan indikator kuantitatif yang mampu menggambarkan tingkat keandalan mesin secara objektif. Dua parameter yang banyak digunakan dalam analisis keandalan adalah *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR). MTBF digunakan untuk mengetahui rata-rata waktu operasi mesin sebelum mengalami kegagalan berikutnya sehingga dapat menggambarkan tingkat reliabilitas peralatan. Semakin besar nilai MTBF, semakin tinggi tingkat keandalan mesin. Sebaliknya, MTTR menunjukkan rata-rata waktu yang diperlukan untuk mengembalikan mesin ke kondisi normal setelah terjadi kerusakan. Nilai MTTR yang semakin kecil mengindikasikan bahwa proses perbaikan berlangsung lebih efektif sehingga *downtime* dapat diminimalkan.

Berdasarkan data histori kerusakan motor induksi tiga fasa dan *Vacuum Pump* PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang selama periode Januari hingga Juni

2026, masih ditemukan berbagai gangguan yang menyebabkan terhentinya proses produksi. Selama 6 bulan dengan asumsi kerja 24 jam nonstop, dengan total tercatat 9 kali kejadian kerusakan dengan total *downtime* mencapai sekitar 1.921 menit atau sekitar 32,017 jam. Jenis gangguan yang terjadi cukup beragam, meliputi *vacuum line* tidak hidup, temperatur *vacuum* dan motor yang meningkat, keluarnya asap dari cerobong *vacuum*, hisapan *vacuum* yang melemah, temperatur tabung *vacuum* yang *abnormal*, *vacuum* sebelah tidak beroperasi, *vacuum* MC mati, hingga temperatur kabel yang tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa sistem *vacuum pump* masih mengalami gangguan operasional yang cukup signifikan sehingga memerlukan evaluasi terhadap efektivitas program *preventive maintenance* yang diterapkan Perusahaan.

Berdasarkan hasil identifikasi akar penyebab (*root cause*), sebagian besar kerusakan dipicu oleh faktor elektrik, mekanik, proses produksi, dan *human error*. Gangguan elektrik antara lain disebabkan oleh kontaktor yang macet, kabel yang mengalami *overheating*, terminal motor terbakar, serta penurunan kualitas isolasi motor. Dari sisi mekanik ditemukan kerusakan pada *bearing*, filter *vacuum* yang tersumbat, tabung *vacuum* yang mengalami kerusakan, dan ketidaksesuaian *alignment belt*. Selain itu, terdapat pula gangguan akibat penumpukan debu pada filter *vacuum*, keterlambatan kegiatan *cleaning*, serta kesalahan pengoperasian peralatan. Variasi penyebab kerusakan tersebut menunjukkan bahwa gangguan yang terjadi tidak hanya berasal dari satu aspek, melainkan dipengaruhi oleh kombinasi berbagai faktor yang memerlukan analisis secara menyeluruh.

Apabila ditinjau dari besarnya *downtime* kerusakan motor induksi tiga fasa dan *Vacuum Pump*, kerusakan pada komponen motor menjadi kejadian dengan waktu perbaikan terlama, yaitu sekitar 799 menit, disusul kerusakan pada tabung *vacuum & bearing* sebesar 350 menit, *filter vacuum & belt vacuum* sebesar 260 menit, dan komponen *contactor & MCCB* sebesar 259 menit. Tingginya waktu perbaikan pada beberapa jenis kerusakan menunjukkan bahwa proses pemeliharaan belum sepenuhnya mampu mengurangi dampak kegagalan mesin terhadap kontinuitas produksi. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya evaluasi terhadap

interval pemeliharaan, prioritas penggantian komponen, serta efektivitas tindakan *preventive maintenance* yang selama ini diterapkan.

Berdasarkan data 6 bulan dengan asumsi kerja 24 jam nonstop , dengan total 9 kali kerusakan, diperoleh MTBF 358,54 jam dan MTTR 3,54 jam. Meskipun MTTR tergolong singkat, MTBF masih berada di bawah standar keandalan ideal untuk system motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump* industri sejenis ini adalah masalah utama, karena menunjukkan mesin belum mampu beroperasi seandal yang seharusnya sebelum kembali mengalami kegagalan. Selain itu, variasi MTTR yang lebar menjadi masalah kedua meski rata-rata perbaikan cepat, ada kasus kerusakan komponen tertentu yang butuh waktu penanganan jauh melebihi rata-rata, menandakan ketidakkonsistenan proses perbaikan dan potensi kelemahan dalam penanganan kerusakan kritis. Kombinasi MTBF yang belum optimal dan MTTR yang tidak konsisten mengindikasikan bahwa strategi pemeliharaan saat ini belum efektif belum terjadwal dan terukur secara sistematis. Kondisi inilah yang menjadi dasar urgensi penelitian perlunya evaluasi dan perbaikan strategi *preventive maintenance* agar keandalan motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump* dapat ditingkatkan.

Penelitian mengenai *preventive maintenance* menggunakan metode MTBF dan MTTR telah banyak dilakukan pada berbagai jenis mesin industri, seperti pompa sentrifugal, kompresor, *boiler*, *conveyor*, *generator*, maupun motor listrik pada pembangkit tenaga. Sebagian besar penelitian terdahulu membuktikan bahwa kedua metode tersebut efektif digunakan untuk mengevaluasi tingkat keandalan mesin serta menentukan interval pemeliharaan yang lebih optimal. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji motor induksi tiga fasa sebagai penggerak *vacuum pump* pada industri *pulp* dan kertas, terutama dengan menggunakan data historis kerusakan di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang, masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian penelitian sebelumnya hanya berfokus pada perhitungan nilai MTBF dan MTTR tanpa mengaitkannya dengan analisis akar penyebab kerusakan, besarnya *downtime*, maupun rekomendasi strategi *preventive maintenance* yang sesuai dengan kondisi aktual perusahaan.

Oleh karena itu, penelitian yang berjudul "*Analisis Preventive Maintenance* pada Motor Induksi Tiga Fasa *Vacuum Pump* di PT Pindo Deli Perawang Menggunakan Metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)" perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keandalan motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump* berdasarkan nilai MTBF dan MTTR, mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab kerusakan, serta menghasilkan rekomendasi program *preventive maintenance* yang lebih efektif. Selain memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang manajemen pemeliharaan, hasil penelitian ini juga diharapkan menjadi masukan bagi PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang dalam meningkatkan keandalan mesin, mengurangi downtime, dan mengoptimalkan keberlangsungan proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat keandalan motor induksi tiga fasa pada *vacuum pump* di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang berdasarkan hasil perhitungan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)?
2. Apa saja faktor dominan penyebab kerusakan motor induksi tiga fasa pada *vacuum pump* di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang berdasarkan hasil identifikasi *root cause*?
3. Bagaimana rekomendasi program *preventive maintenance* yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keandalan motor induksi tiga fasa serta menekan *downtime* pada *vacuum pump* di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih berfokus, berikut adalah batasan masalah yang ditetapkan:

1. Penelitian ini berfokus pada analisis keandalan komponen motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump*, menggunakan metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR), berdasarkan data historis kerusakan periode Januari–Juni 2026 di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang.
2. Identifikasi akar penyebab (*root cause*) kerusakan dibatasi pada empat kategori faktor yang tercatat dalam data histori perusahaan, yaitu faktor elektrik, mekanik, proses produksi, dan *human error*, tanpa mencakup analisis kegagalan pada komponen di luar sistem motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis tingkat keandalan (*reliability*) motor induksi tiga fasa pada *vacuum pump* di PT Pindo Deli *Pulp and Paper* Perawang berdasarkan perhitungan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) selama periode Januari–Juni 2026.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab kerusakan motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump*, baik yang bersumber dari aspek elektrik, mekanik, proses produksi, maupun *human error*, berdasarkan data histori kerusakan perusahaan.
3. Menganalisis pengaruh besaran *downtime* terhadap efektivitas program *preventive maintenance* yang selama ini diterapkan pada sistem *vacuum pump*.

1.5 Manfaat

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan evaluasi dan acuan dalam menyusun jadwal *Preventive maintenance* yang lebih terstruktur dan tepat sasaran, sehingga dapat menekan risiko kerusakan mendadak (*breakdown*) pada motor induksi tiga fasa dan *vacuum pump*.

2. Membantu perusahaan dalam mengoptimalkan biaya perawatan mesin dengan mengurangi frekuensi penggantian komponen akibat kerusakan yang seharusnya dapat dicegah.
3. Hasil penelitian dapat menjadi bahan referensi tambahan di lingkungan akademik terkait studi kasus penerapan MTBF dan MTTR pada peralatan industri.