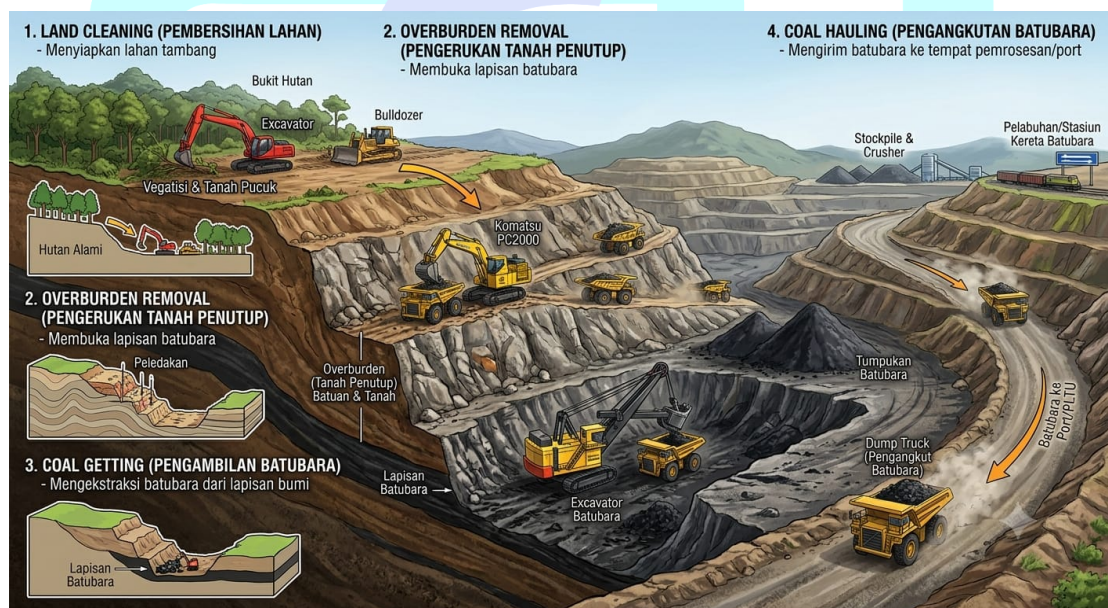


## BAB 1 – PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri pertambangan batubara merupakan salah satu sektor strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan energi nasional maupun global. Dalam penelitian ini, perusahaan yang menjadi objek studi disamarkan dengan nama PT. XYZ, yang merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara dengan sistem operasional terintegrasi mulai dari kegiatan eksplorasi, penambangan, pengolahan, hingga distribusi batubara ke pelanggan.



Gambar 1. 1 Ilustrasi Operational Pertambangan Batu bara

Pada gambar 1.1 menunjukkan ilustrasi Proses penambangan batubara dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu land clearing, overburden removal, coal getting, hingga coal hauling. Seluruh tahapan tersebut sangat bergantung pada ketersediaan dan keandalan alat berat seperti excavator, dump truck, dozer, grader, serta unit pendukung

lainnya. Alat berat memiliki peran krusial dalam menentukan produktivitas, efisiensi, serta keberlangsungan operasional tambang secara keseluruhan.

Salah satu proses yang menjadi fokus penting dalam operasional pertambangan adalah proses **hauling**, yaitu kegiatan pengangkutan batubara dari area pit menuju fasilitas stockpile atau pelabuhan.



*Gambar 1. 2 Proses Hauling Traller Vessel SST-74 di PT XYZ*

Gambar 1.2 menunjukkan proses hauling dilakukan oleh PT.XYZ dari pit menuju port Kelanis menggunakan sistem transportasi berupa trailer yang digandeng dengan vessel tipe SST-74 produksi Patria. Sistem ini dipilih untuk meningkatkan kapasitas angkut serta efisiensi distribusi batubara dalam jarak jauh. Dalam kegiatan hauling, keandalan unit sangat menjadi faktor penentu keberhasilan operasional. Gangguan atau kegagalan unit pada jalur hauling tidak hanya berdampak pada penurunan produktivitas, tetapi juga dapat menimbulkan risiko keselamatan yang tinggi, mengingat jalur hauling merupakan area dengan intensitas lalu lintas alat berat yang tinggi serta kondisi medan yang dinamis. Oleh karena itu, aspek maintenance (perawatan) menjadi sangat penting dalam menjaga performa alat berat, khususnya untuk memastikan tingkat Physical Availability (PA) unit tetap optimal. Physical Availability merupakan indikator utama yang menunjukkan kesiapan unit untuk beroperasi, dimana semakin tinggi nilai PA maka semakin besar peluang tercapainya

target produksi. Dalam mendukung kegiatan maintenance tersebut, PT. XYZ bekerja sama dengan PT. Triatra Sinergia Pratama, yang merupakan dealer resmi sekaligus penyedia layanan perawatan untuk vessel tipe SST-74. Peran PT. Triatra Sinergia Pratama tidak hanya sebagai penyedia unit, tetapi juga sebagai mitra strategis dalam memastikan seluruh unit vessel beroperasi secara optimal melalui program maintenance yang terstruktur dan berkelanjutan. Untuk mengukur efektivitas kinerja maintenance, digunakan beberapa Key Performance Indicator (KPI) yang menjadi acuan dalam evaluasi kerja sama, antara lain:

1. Lead Time Service

Mengukur waktu yang dibutuhkan sejak unit mengalami gangguan hingga kembali siap beroperasi. Lead time yang rendah menunjukkan respon dan eksekusi perbaikan yang cepat.

2. Mean Time Between Failure (MTBF)

Menggambarkan rata-rata waktu antar kerusakan unit. Nilai MTBF yang tinggi menunjukkan tingkat keandalan unit yang baik.

3. Redo (Rework)

Menunjukkan jumlah pekerjaan perbaikan ulang akibat hasil pekerjaan sebelumnya yang belum optimal. Nilai redo yang tinggi mengindikasikan adanya ketidakefektifan dalam proses maintenance.

4. Warranty Service

Mengukur jumlah klaim perbaikan yang masuk dalam kategori garansi, yang dapat mencerminkan kualitas pekerjaan maupun kualitas komponen yang digunakan.

Selain aspek produktivitas dan efisiensi, faktor keselamatan (safety) juga menjadi prioritas utama dalam operasional pertambangan. Jalur hauling merupakan salah satu area dengan potensi risiko tinggi, seperti tabrakan antar unit, unit tergelincir, maupun kegagalan sistem pengereman. Kegagalan operasional unit akibat kondisi yang tidak optimal dapat memicu kecelakaan kerja yang berdampak fatal, baik terhadap manusia, alat, maupun lingkungan.

Dengan demikian, integrasi antara keandalan alat berat, efektivitas maintenance, pencapaian KPI, serta penerapan aspek keselamatan menjadi kunci utama dalam mendukung keberhasilan operasional hauling di PT. XYZ. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk menganalisis bagaimana peran maintenance dalam meningkatkan performa unit hauling, khususnya pada vessel SST-74, guna mencapai target operasional yang optimal serta menjamin keselamatan kerja.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Redo atau rework merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kualitas pekerjaan maintenance, dimana tingginya tingkat redo menunjukkan adanya ketidaksesuaian standar pekerjaan atau kegagalan perbaikan sebelumnya, yang berpotensi meningkatkan downtime unit (Moblely, 2002; Wireman, 2005).
2. MTBF digunakan sebagai indikator keandalan yang menggambarkan rata-rata waktu antar kegagalan unit. Nilai MTBF yang rendah mengindikasikan frekuensi kerusakan yang tinggi, yang berdampak langsung terhadap penurunan Physical Availability (PA) dan produktivitas operasional (Blanchard & Fabrycky, 2011).
3. Kegagalan unit akibat maintenance yang tidak optimal dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja, terutama pada jalur hauling yang memiliki tingkat bahaya tinggi seperti kondisi jalan yang curam, licin, dan padat aktivitas alat berat (Reason, 1997; Heinrich, 1980).
4. Ketidaksiapan unit, seperti kegagalan sistem pengereman, steering, atau powertrain, dapat menjadi penyebab utama terjadinya insiden di area hauling, sehingga keandalan unit menjadi faktor kritis dalam menjaga keselamatan operasional (Hollnagel, 2014).
5. Pengelolaan KPI maintenance yang efektif dapat meningkatkan reliability unit serta mengurangi potensi kegagalan yang berdampak pada keselamatan kerja dan efisiensi operasional (Campbell & Reyes-Picknell, 2015).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan meningkatkan kinerja maintenance pada vessel SST-74,

khususnya dalam menurunkan tingkat redo (rework) guna mendukung keandalan unit dan keselamatan operasional hauling. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis permasalahan redo (rework) pada proses maintenance vessel SST-74
2. Mengidentifikasi prioritas permasalahan redo menggunakan metode Pareto
3. Menerapkan pendekatan perbaikan berkelanjutan melalui metode PDCA
4. Mengukur efektivitas implementasi perbaikan terhadap penurunan tingkat redo
5. Menganalisis dampak penurunan redo terhadap peningkatan keandalan unit dan keselamatan operasional

#### 1.4 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka pertanyaan penelitian dalam studi ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa saja akar penyebab utama terjadinya redo service pada proses maintenance Vessel SST-74 berdasarkan faktor manusia (*Man*), metode (*Method*), material (*Material*), mesin (*Machine*), dan lingkungan (*Environment*)?
2. Bagaimana prinsip kerja sistem pengereman (*brake system*) pada Vessel SST-74 dan faktor-faktor apa saja yang dapat memengaruhi keandalan serta kinerjanya dalam mendukung keselamatan operasional hauling?
3. Bagaimana penerapan metode PDCA dan FMEA dapat digunakan untuk menganalisis potensi kegagalan, menentukan prioritas risiko, serta merumuskan tindakan perbaikan pada proses maintenance Vessel SST-74?
4. Sejauh mana efektivitas tindakan perbaikan yang diimplementasikan dalam menurunkan tingkat redo service dan meningkatkan keandalan Vessel SST-74?
5. Bagaimana pengaruh peningkatan kualitas proses maintenance dan penurunan redo service terhadap peningkatan MTBF serta pengurangan potensi risiko kegagalan unit dalam mendukung keselamatan operasional hauling?

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada unit hauling berupa vessel tipe SST-74 yang beroperasi di area pertambangan batubara PT. XYZ, khususnya yang digunakan dalam kegiatan pengangkutan batubara dari pit menuju port Kelanis. Ruang Lingkup Kegiatan penelitian hanya mencakup aktivitas maintenance service yang dilakukan terhadap vessel SST-74, baik yang bersifat *preventive maintenance* maupun *corrective maintenance*, yang dilaksanakan oleh PT. Triatra Sinergia Pratama sebagai pihak penyedia jasa perawatan. Fokus Permasalahan Penelitian difokuskan pada analisis dan penurunan tingkat redo (rework) dalam proses maintenance, termasuk identifikasi penyebab utama redo serta dampaknya terhadap performa unit dan operasional hauling.

### 1. Parameter Kinerja (KPI) yang Dianalisis

Parameter yang menjadi fokus analisis dalam penelitian ini meliputi: Tingkat redo (rework), Mean Time Between Failure (MTBF)

KPI tersebut digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan maintenance terhadap keandalan unit.

### 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan menganalisis penyebab dan dampak dari setiap potensi kegagalan, lalu menentukan tindakan pencegahan yang tepat melalui metode:

- FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)
- Analisis Pareto untuk menentukan prioritas permasalahan redo

### 3. Batasan Operasional

- Penelitian tidak membahas aspek produksi tambang secara keseluruhan, melainkan hanya pada sisi keandalan unit hauling.
- Penelitian tidak mencakup desain teknis detail unit vessel SST-74, melainkan hanya pada aspek fungsional yang berkaitan dengan maintenance.

- 
- Data yang digunakan merupakan data operasional dan maintenance dalam periode tertentu sesuai dengan ketersediaan data perusahaan.

## 1.6 Batas Penelitian

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap terarah, spesifik, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka ditetapkan beberapa batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada upaya perbaikan yang berkaitan dengan sistem pengereman (brake system) pada vessel SST-74, sebagai salah satu komponen kritis yang berpengaruh terhadap tingkat redo dan keselamatan operasional. Analisis dilakukan pada aspek fungsional dan performa sistem pengereman dalam mendukung keandalan unit.
2. Penelitian ini tidak membahas analisis biaya (*cost analysis*) secara detail, seperti biaya perbaikan, biaya komponen, maupun analisis finansial lainnya. Pembahasan hanya difokuskan pada peningkatan kinerja maintenance dan dampaknya terhadap penurunan redo serta peningkatan keselamatan.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data operasional dan maintenance yang diambil dalam periode waktu tertentu, sesuai dengan ketersediaan data perusahaan. Oleh karena itu, hasil analisis dan kesimpulan yang diperoleh terbatas pada periode tersebut dan tidak secara langsung merepresentasikan kondisi jangka panjang.
4. Penelitian ini hanya difokuskan pada unit hauling berupa vessel tipe SST-74, sehingga tidak mencakup analisis terhadap alat berat lainnya seperti excavator, dump truck, maupun unit pendukung lainnya yang juga beroperasi di area pertambangan.
5. Penelitian tidak membahas secara mendalam desain engineering atau modifikasi besar pada unit, melainkan lebih menitikberatkan pada peningkatan kualitas proses maintenance dan perbaikan kualitas berkelanjutan melalui pendekatan PDCA dan FMEA.

---

## 1.7 Signifikansi Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan baik secara praktis maupun akademis, khususnya dalam pengelolaan maintenance alat berat pada industri pertambangan. Adapun signifikansi penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Bagi Perusahaan (PT. XYZ dan PT. Triatra Sinergia Pratama)

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan kinerja operasional, khususnya pada kegiatan maintenance vessel SST-74, antara lain. Menjadi bahan evaluasi dalam mengidentifikasi penyebab utama terjadinya redo (rework) pada proses maintenance. Memberikan rekomendasi perbaikan berbasis data melalui pendekatan FMEA dan analisis Pareto, sehingga perbaikan yang dilakukan lebih terarah dan efektif. Mendukung peningkatan keandalan unit (reliability) serta Physical Availability (PA) yang berdampak langsung pada produktivitas hauling. Berkontribusi dalam penurunan tingkat redo dari 26% sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu perbaikan dan kualitas pekerjaan maintenance. Meningkatkan aspek keselamatan (safety) dengan mengurangi potensi kegagalan unit, khususnya pada sistem pengereman di jalur hauling yang memiliki risiko tinggi.

### 2. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah terkait penerapan metode FMEA dalam industri pertambangan, khususnya pada maintenance alat berat. Memberikan studi kasus nyata (case study) mengenai analisis redo, MTBF, serta kaitannya dengan keselamatan operasional. Memperkaya literatur mengenai implementasi FMEA dalam meningkatkan kinerja maintenance berbasis KPI. Menjadi acuan dalam pengembangan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan reliability engineering dan maintenance management.

### 3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dan rujukan bagi penelitian berikutnya, dengan manfaat sebagai berikut:

Menjadi baseline penelitian dalam analisis redo dan peningkatan kinerja maintenance pada alat berat sejenis maupun berbeda. Memberikan gambaran mengenai metodologi yang dapat digunakan, seperti FMEA, dan analisis Pareto, yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Membuka peluang penelitian lanjutan terkait aspek yang belum dibahas secara mendalam dalam penelitian ini, seperti: Analisis biaya (*cost-benefit analysis*) dari implementasi perbaikan. Pengembangan sistem predictive maintenance berbasis data. Analisis lebih luas terhadap berbagai jenis alat berat dalam operasional pertambangan. Menjadi referensi dalam mengkaji hubungan antara kinerja maintenance, keandalan unit, dan keselamatan kerja di lingkungan industri berisiko tinggi.

