

BAB I

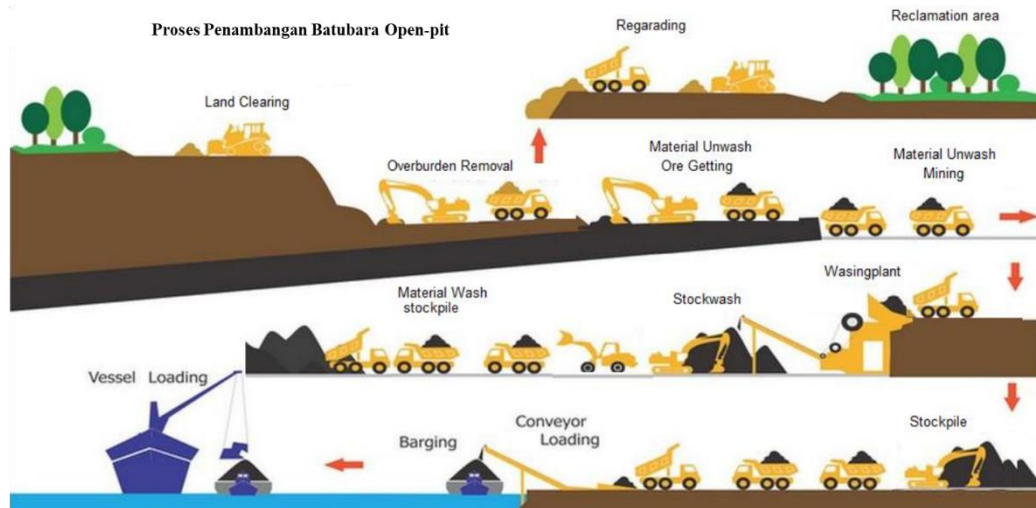
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Harga batubara global terus menjadi faktor eksternal yang sangat memengaruhi strategi produksi dan operasional pelaku industri, termasuk kontraktor tambang di Indonesia. Setelah mencapai puncak di atas USD 450 per ton pada tahun 2022 akibat ketegangan geopolitik dan krisis energi di Eropa, harga mulai menurun sejak 2023 hingga 2024 seiring meredanya krisis dan meningkatnya pasokan global. Memasuki semester pertama tahun 2025, harga batubara cenderung stabil di kisaran USD 100–110 per ton, mencerminkan sentimen pasar yang lebih hati-hati terhadap masa depan energi fosil. Ketidakpastian ini menuntut pelaku industri untuk terus menyesuaikan strategi agar tetap kompetitif di tengah tekanan harga jual yang rendah dan biaya operasional yang tetap tinggi. Tekanan pasar global yang melemah sepanjang 2024 berdampak langsung terhadap industri batubara Indonesia, terutama bagi pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan Perjanjian Karya Pengusaha Pertambangan Batubara (PKP2B). Penurunan permintaan dari negara konsumen utama seperti Tiongkok dan India, serta percepatan transisi energi bersih, menyebabkan koreksi bertahap pada harga batubara thermal. Kontraktor tambang pun terpaksa menyesuaikan nilai kontrak jasa pertambangan agar operasi tetap berjalan. Dalam kondisi komoditas yang belum sepenuhnya pulih hingga 2025, efisiensi biaya operasional menjadi fokus utama, termasuk melalui strategi pemeliharaan alat berat produksi (UT Research, 2025). Hal ini terjadi pada seluruh kontraktor pertambangan batubara, sehingga diperlukan program efisiensi pada alat produksi, khususnya di sektor perawatan alat berat produksi.

Gambar 1.1 menunjukkan proses pertambangan batubara dengan sistem open-pit, di mana alat berat jenis *excavator* dan *dump truck* berperan sebagai peralatan utama dalam kegiatan *overburden removal*. Pada kontraktor pertambangan PT ABC yang berlokasi di Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan, digunakan *excavator* Komatsu PC1250-8R sebagai alat muat utama. Dalam proses penambangan batubara terbuka, alat berat memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran produksi, terutama pada tahap pemuatan material dari *front loading* ke

alat angkut. Oleh karena itu, keandalan dan kinerja alat berat menjadi faktor krusial di tengah tekanan biaya pemeliharaan dan tuntutan produktivitas yang semakin tinggi.



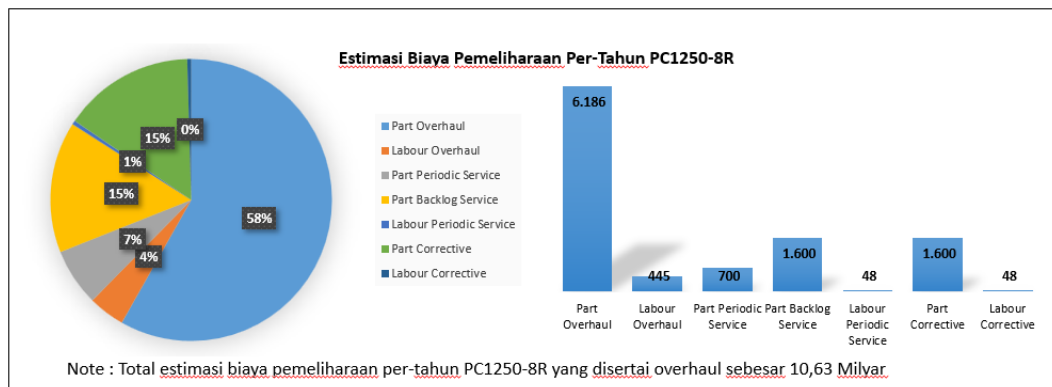
Gambar 1. 1 Proses Penambangan Batubara Terbuka
Sumber : (Kurniawan, et al., 2023)

Excavator memiliki beban kerja yang sangat besar sebagai alat *loading* dalam proses *overburden removal*. Unit ini umumnya beroperasi berpasangan dengan beberapa *dump truck* sebagai alat *hauling*, di mana jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jarak antara *front loading* dan *disposal area*. Secara garis besar, *excavator* merupakan alat utama dalam proses penambangan (*key production equipment*), sehingga tingkat keandalannya harus dijaga secara optimal. Apabila *excavator* mengalami *breakdown*, maka proses produksi dipastikan akan terhambat dan berdampak langsung terhadap pencapaian target produksi tambang.

Salah satu program reguler dalam sistem pemeliharaan adalah *general overhaul* yang dilaksanakan setiap 18.000 jam operasi. Namun, seiring dengan adanya penyesuaian target produksi yang berdampak pada pengurangan anggaran pemeliharaan, perusahaan kontraktor berinisiatif untuk memperpanjang umur pakai (*extended lifetime*) komponen utama pada *excavator* hingga 25.000 jam operasi. Untuk mencapai target tersebut, diperlukan pendekatan pemeliharaan yang lebih adaptif dan responsif terhadap kondisi aktual alat, salah satunya melalui penerapan *Condition Based Maintenance* (CBM). Program ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan sistem pemeliharaan reguler yang telah berjalan, melainkan

berfungsi sebagai alat bantu penguatan guna meningkatkan efektivitas dan ketepatan waktu pelaksanaan pemeliharaan. Dengan penerapan CBM, kegiatan perawatan dapat dilakukan berdasarkan kondisi nyata komponen, sehingga keandalan dan performa unit tetap terjaga, sementara biaya pemeliharaan dapat dikendalikan secara lebih optimal.

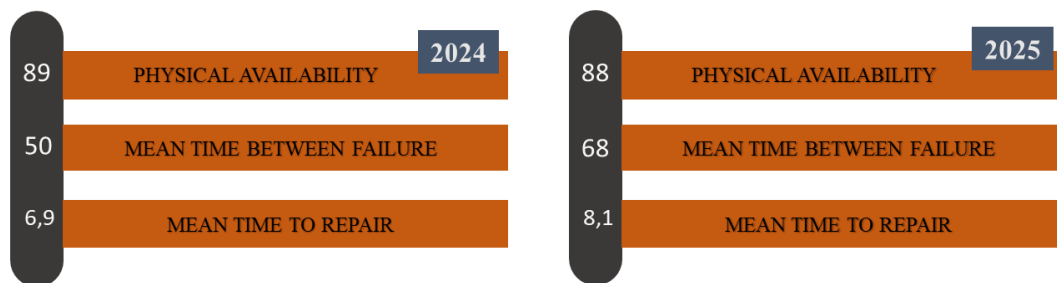
Gambar 1.2 menunjukkan estimasi biaya pemeliharaan tahunan untuk unit excavator Komatsu PC1250-8R, dengan total pengeluaran mencapai sekitar Rp 7,25 miliar. Komponen biaya terbesar berasal dari kegiatan *general overhaul*, baik dari sisi penggantian suku cadang (*parts*) maupun biaya jasa (*labour*). Dari total biaya tersebut, pengadaan *part overhaul* menjadi kontributor utama dengan porsi sekitar 58%, sementara biaya jasa overhaul menyumbang sekitar 4%. Mengingat besarnya proporsi biaya yang dialokasikan untuk kegiatan overhaul, maka kontraktor PT ABC menetapkan fokus pengelolaan biaya pemeliharaan pada program *extended lifetime*. Strategi yang diterapkan adalah meningkatkan interval pelaksanaan *general overhaul* melalui pendekatan pemeliharaan yang lebih terencana dan berbasis kondisi aktual alat, dengan tujuan menjaga keandalan unit sekaligus mengoptimalkan pengeluaran pemeliharaan secara berkelanjutan.



Gambar 1. 2 Estimasi Biaya Pemeliharaan Per-tahun PC1250-8R
Sumber : Data Penulis (2025)

Kondisi aktual kinerja pemeliharaan pada tahun 2025 menunjukkan bahwa nilai *physical availability* unit berada pada tingkat 88%, dengan *Mean Time Between Failure* (MTBF) meningkat menjadi 68 jam dibandingkan tahun sebelumnya, serta *Mean Time To Repair* (MTTR) sebesar 8,1 jam. Meskipun peningkatan MTBF mengindikasikan adanya perbaikan keandalan operasional dan penurunan frekuensi kegagalan, secara umum kinerja pemeliharaan unit masih belum optimal. Hal ini

ditunjukkan oleh capaian *physical availability* yang masih berada di bawah kebijakan umum perusahaan kontraktor pertambangan, yang umumnya menetapkan target PA sebesar 92%, MTBF minimal 100 jam, serta MTTR maksimum 7 jam. Nilai MTTR yang relatif lebih tinggi mengindikasikan masih adanya peluang perbaikan pada efektivitas proses perbaikan dan kesiapan sumber daya pemeliharaan, yang secara langsung berdampak pada rendahnya tingkat ketersediaan fisik alat. Dengan demikian, meskipun strategi pemeliharaan yang diterapkan mulai menunjukkan arah perbaikan, diperlukan upaya lanjutan yang lebih sistematis untuk mencapai kinerja pemeliharaan yang selaras dengan standar industri pertambangan.



Gambar 1. 3 Performa PC1250-8R Periode 2024 – 2025
Sumber : Data Penulis (2025)

Kondisi kinerja pemeliharaan yang belum sepenuhnya mencapai standar industri tersebut menjadi dasar perlunya penerapan strategi pemeliharaan yang lebih adaptif dan berbasis analisis risiko. Oleh karena itu, aktivitas *extended lifetime* dirancang dengan pendekatan *Condition Based Maintenance* (CBM) dan *Risk Based Maintenance* (RBM), yang memanfaatkan data kondisi aktual komponen sebagai dasar pengambilan keputusan pemeliharaan. Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi hubungan sebab–akibat dari potensi kegagalan secara logis, sedangkan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengenali berbagai mode kegagalan, tingkat keparahan, serta kemungkinan terjadinya kegagalan. Melalui pendekatan ini, program *extended lifetime* diarahkan untuk menyusun strategi pemeliharaan yang lebih terencana dan berbasis risiko, sehingga keandalan alat tetap terjaga meskipun interval *general overhaul* diperpanjang.

1.2 Identifikasi Masalah

Untuk mempertahankan efisiensi operasional di tengah tekanan harga batubara yang menurun, diperlukan strategi pemeliharaan yang tepat guna memperpanjang usia pakai alat produksi. Beberapa permasalahan yang dihadapi saat ini antara lain :

1. Biaya investasi untuk pembelian unit baru *hydraulic excavator* sangat tinggi, sehingga perpanjangan usia pakai melalui *extended lifetime* menjadi opsi yang lebih ekonomis.
2. Prioritas dalam penanganan kerusakan komponen belum tersusun secara optimal, sehingga pemanfaatan sumber daya seperti biaya dan waktu menjadi kurang efisien.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana mengembangkan strategi pemeliharaan yang tepat untuk mencapai target *extended lifetime major component* pada unit *excavator* PC1250-8R.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi kerusakan pada *major component* (*engine*, *hydraulic system*, dan *final drive*) pada unit *excavator* PC1250-8R berdasarkan data CBM yang bersumber dari hasil *oil analysis* dan *vehicle health monitoring*.
2. Melakukan analisis teknis penyebab kegagalan komponen dengan pendekatan metode FTA.
3. Mengidentifikasi, mengukur, mengevaluasi risiko komponen menggunakan metode FMEA.
4. Menyusun rekomendasi teknis strategi pemeliharaan (penjadwalan pemeliharaan dan tindakannya) untuk mencapai target *extended lifetime*.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Empiris

1. Memberikan landasan analitis bagi perusahaan dalam merancang strategi pemeliharaan alat berat yang tepat dan terarah, terutama dalam pelaksanaan program *extend lifetime major component*.
2. Menjadi dasar dalam pengambilan keputusan teknis untuk menentukan prioritas penanganan komponen dalam program *extend lifetime major component*.
3. Membantu perusahaan dalam mewujudkan biaya pemeliharaan yang rasional dan terukur melalui program pemeliharaan berbasis data dan keandalan komponen.
4. Memberikan dasar pengembangan sistem monitoring dan evaluasi performa komponen secara berkelanjutan untuk mencegah kegagalan dini dan meningkatkan keandalan unit.
5. Mendukung standardisasi prosedur pemeliharaan berdasarkan risiko dan prioritas kegagalan, sehingga perusahaan dapat menerapkan praktik terbaik secara konsisten di seluruh unit operasional.

1.5.2 Manfaat Teoritis

1. Menambah referensi ilmiah dalam pengembangan ilmu teknik industri dan manajemen pemeliharaan, khususnya dalam konteks alat berat pertambangan.
2. Memperkuat relevansi penggunaan metode FMEA sebagai pendekatan analisis risiko dalam program pemeliharaan alat berat, khususnya untuk program *extend lifetime major component*.
3. Memperkuat penerapan metode FTA sebagai alat analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan guna mendukung program *extend lifetime major component*.
4. Menjadi studi kasus yang dapat dijadikan rujukan akademik untuk penelitian serupa dalam optimalisasi siklus hidup aset industri.

1.6 Batasan Penelitian

Untuk menjaga agar penulisan tesis ini tetap terfokus pada pencapaian tujuan, diperlukan penetapan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada satu jenis alat berat, yaitu *excavator* Komatsu PC1250-8R, yang digunakan dalam aktivitas pengangkutan material pada operasi tambang batubara open-pit.
2. Komponen yang dikaji yaitu *Engine*, *hydraulic system component*, dan *final drive* yang memiliki kontribusi besar terhadap *downtime* dan biaya *overhaul*.
3. Sumber data mencakup catatan kerusakan, perawatan, dan aktivitas *overhaul* yang diperoleh dari salah satu kontraktor yang melayani perusahaan pemegang PKP2B terbesar di wilayah Kabupaten Tapin dan Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan.
4. Analisis dilakukan berdasarkan data historis pemeliharaan, catatan operasional, dan wawancara teknis dengan tim eksekusi dan perencanaan pemeliharaan dalam periode Januari 2024 – Oktober 2025.