

OPTIMALISASI EXHAUST BRAKE PADA UNIT HINO 500 FM 260 JD UNTUK MENURUNKAN POTENSIAL LOST COST UNIT HAULING

M. Burhanudin¹, Harjono¹✉, Braam Delfian Prihadianto¹, Sugiyanto¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Vocational College, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

✉ harjono@ugm.ac.id

Received 27 June 2024, Revised 31 January 2025, Accepted 12 February 2025

ABSTRAK

Berdasarkan aktual dilapangan komponen exhaust brake pada unit Hino 500 FM 260 JD sering mengalami breakdown, salah satu penyebab kerusakan yaitu adanya lumpur yang sering masuk ke tabung exhaust, sehingga mengganggu kerja dari komponen tersebut. Penelitian exhaust brake ini bertujuan untuk membuat perbandingan antara komponen exhaust brake tanpa cover dan menggunakan cover untuk meningkatkan life time dan menganalisis jumlah kerusakan pada komponen tersebut serta menghitung potensial lost cost exhaust brake pada unit hauling berdasarkan pengambilan data secara langsung saat di lapangan. Cover di pasang pada tiga unit dump truck pada unit hauling. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada saat komponen exhaust brake tidak menggunakan cover berdasarkan data menunjukkan kerusakan sebanyak 14, dan setelah menggunakan cover terdapat 4 kerusakan. Dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan bahwa cover pada komponen exhaust brake berpengaruh terhadap life time dan jumlah kerusakan pada komponen tersebut. Setelah dilakukan pengujian, dilakukan perhitungan potensial lost cost yang terdiri dari 4 variabel yaitu perhitungan biaya sparepart, biaya produksi, biaya operator dan biaya mekanik.

Kata Kunci: Exhaust brake, potensial lost cost, dump truck, life time

1. PENDAHULUAN

PT PP Presisi Tbk adalah perusahaan jasa konstruksi yang menawarkan layanan di sektor konstruksi sipil, gedung, dan pertambangan dengan fokus pada penyewaan alat berat. Perusahaan ini menjadi kontraktor di PT Weda Bay Nickel (WBN), yang beroperasi di bidang pertambangan nikel. WBN memiliki tiga lokasi penambangan *Kao Rahai*, *Pinto*, dan *Sake West* dengan metode *open pit mining*. Lingkup pekerjaan PT PP Presisi Tbk meliputi pengembangan tambang, pemeliharaan jalan *hauling*, serta pembangunan infrastruktur tambang, termasuk pengangkutan bijih nikel (*hauling services*).

Unit yang digunakan untuk pengangkutan bijih nikel adalah Hino 500 FM 260 JD, sebuah *dump truck* milik PT PP

Presisi di *site* Weda Bay Nickel. *Dump truck* merupakan alat berat yang umum digunakan di pertambangan untuk mengangkut material seperti batu bara, tanah, dan bijih nikel, serta meratakan tanah dan membuang material dengan kapasitas besar [1]. Unit ini menempuh jalur sepanjang 60 km dengan medan ekstrem, termasuk tanjakan, turunan, dan jalur berlumpur, yang dapat menyebabkan kerusakan yang tak terencana (*unscheduled breakdown*). Berdasarkan data lapangan, komponen yang paling sering mengalami kerusakan adalah *exhaust brake* atau sistem pengereman gas buang, karena posisinya yang terletak di bagian bawah, sehingga sering terkena lumpur saat operasional.



Gambar 1. Komponen *exhaust brake* kotor

Penelitian terkait tentang perencanaan *exhaust brake*, yaitu pada Toyota Innova *Matic*, penggunaan pengereman terus-menerus di jalan menurun dapat mempercepat keausan kampas rem. Masalah ini dapat diatasi dengan pemasangan *exhaust brake*, seperti yang digunakan pada truk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *exhaust brake* dapat mengurangi beban pada sistem pengereman meskipun kendaraan melintasi jalan menurun [2].

Sementara itu, penelitian terkait penambahan *exhaust brake* pada Isuzu Jaguar TBR-541 yang bertujuan untuk

mengetahui dampak penambahan *exhaust brake* terhadap kenyamanan dan kemampuan penurunan kecepatan kendaraan [3]. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *exhaust brake* lebih efektif dalam mengurangi kecepatan kendaraan dibandingkan dengan penggunaan *engine brake* saja, serta memperpanjang umur kampas rem dan mengurangi risiko kecelakaan akibat kegagalan sistem pengereman.

Mesin diesel adalah jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang menghasilkan daya untuk menggerakkan truk [4]. Mesin diesel menggunakan panas dan kompresi untuk proses pembakaran di ruang bakar [5]. Pada kendaraan berat seperti truk, mesin (*engine*) berfungsi mengubah energi panas hasil pembakaran menjadi kerja mekanik, dengan mengubah gerakan translasi bolak-balik piston (*reciprocating*) menjadi gerakan rotasi pada poros engkol (*crankshaft*) [6]. Sistem pembuangan mesin diesel terdiri dari *exhaust manifold*, *exhaust pipe*, dan *muffler* (knalpot), di mana *exhaust manifold* mengumpulkan gas bekas pembakaran dan mengarahkannya ke udara melalui knalpot [7]. Sementara itu, sistem pengereman adalah komponen keamanan penting pada kendaraan [8,9], yang berfungsi untuk mengurangi perputaran roda dan menghentikan kendaraan [10].

Exhaust brake adalah sistem pengereman yang memanfaatkan gas buang yang dimampatkan dalam ruang bakar, sehingga meningkatkan tekanan dan membuat piston sedikit tertahan dalam gerakan naik turun, yang memperlambat putaran mesin [11]. Komponen utama dalam *exhaust brake* [1] meliputi:

1. *Exhaust brake*: sistem pengereman tambahan dengan menutup lubang knalpot sehingga gas buang akan terkompresi dalam *exhaust manifold* dan silinder.
2. Tabung *vacuum*: menyimpan tekanan vakum untuk mencegah gangguan pada sistem rem saat pedal rem diinjak.
3. *Solenoid*: tersedia dalam tegangan 12 volt dan 24 volt, dengan *plunger* yang membuka dan menutup aliran listrik, mengatur tekanan vakum pada *exhaust brake*.
4. *Switch ON/OFF*: menghubungkan aki positif (+) ke *solenoid* aktif, sementara aliran listrik negatif (-) menonaktifkan sistem.
5. Selang *vacuum*: terbuat dari rajutan PE Braid yang kuat dan fleksibel, berfungsi mengalirkan fluida ke komponen lain.
6. *Fuse*: melindungi sistem dari arus listrik berlebih yang dapat merusak komponen.

Fungsi *exhaust brake* adalah sebagai rem bantuan pada kendaraan diesel, yang juga dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Sistem ini bekerja dengan menahan gas buang, yang otomatis mencegah pembakaran bahan bakar. Saat menanjak, gaya melawan termasuk gravitasi, tahanan gulir, dan gesekan internal [12].

Exhaust brake bekerja dengan menutup gas asap langsung di dalam kendaraan. Ketika pengemudi menekan tombol rem

buang, indikator ON muncul di speedometer. *Solenoid* rem buang bekerja mengirimkan tekanan vakum dari tabung vakum yang dihasilkan oleh siphon vakum dekat alternator. Tekanan ini menggerakkan saklar untuk menutup saluran gas asap, meningkatkan tekanan pada gas buang [3].

Produktivitas alat adalah jumlah output pekerjaan yang dihasilkan alat per satuan waktu. Untuk memperkirakan produktivitas, diperlukan faktor standar kinerja alat dari pabrik pembuat, efisiensi alat, operator, kondisi lapangan, dan material. Cara perhitungan produktivitas bervariasi tergantung pada fungsi dan kegunaan alat tersebut [13].

Sparepart adalah komponen yang digunakan untuk mengganti bagian yang rusak atau aus pada alat berat. Pengelolaan *sparepart* sangat penting dalam industri alat berat, termasuk pengendalian stok yang berdampak pada biaya penjualan dan kerusakan *sparepart* di lapangan [14]. Perhitungan biaya *sparepart* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya } sparepart &= \text{Biaya } repair + \text{biaya } stock \dots \dots \dots (1) \\ &= (\text{Jumlah } repair \times \text{biaya } repair) + (\text{jumlah } \\ &\quad stock \times \text{biaya } replace) \end{aligned}$$

Selain biaya *sparepart*, ada perhitungan biaya produksi tambang, yang terbagi menjadi biaya tetap dan variabel. Biaya tetap meliputi depresiasi, bunga, dan pajak, sedangkan biaya variabel meliputi bahan bakar, perbaikan, dan biaya pekerja. Secara umum biaya produksi dapat diukur dengan biaya total dibagi dengan produksi yang dihasilkan, yang biasanya dengan satuan *USD/BCM* [15]. Biaya produksi dihitung dengan rumus:

$$\text{Biaya produksi} = \left(\frac{\text{Target income (Hari)}}{\text{Working hour}} \right) \times \text{down time} \dots (2)$$

Biaya produksi termasuk dalam biaya yang berhubungan dengan fungsi pokok perusahaan, yaitu untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi yang siap dijual. Biaya administrasi dan umum mencakup biaya koordinasi kegiatan produksi, pengiriman, dan pemasaran, seperti gaji karyawan. Perhitungan biaya gaji karyawan melibatkan penghitungan upah atau kompensasi yang diberikan kepada mekanik atau operator sebagai imbalan atas pekerjaan yang dilakukan selama satu bulan [16]. Perhitungan biaya gaji karyawan untuk mekanik dan operator adalah:

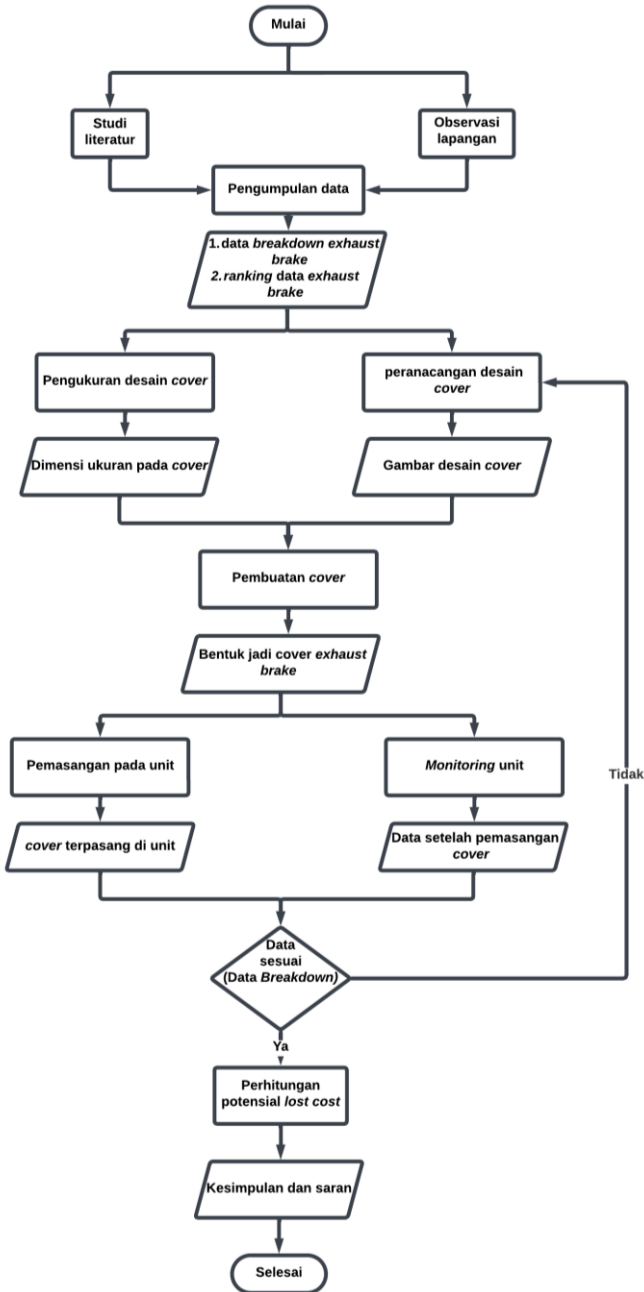
$$\text{Biaya operator} = \left[\frac{\text{Total gaji (bulan)}}{\text{Hari kerja (bulan)}} \right] \times \text{down time} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Biaya mekanik} = \left[\frac{\text{Gaji mekanik (bulan)}}{\text{hari kerja (bulan)}} \right] \times \text{down time} \dots \dots \dots (4)$$

Selain perhitungan, teori antrian dapat digunakan untuk menganalisis biaya *dump truck* dan alat muat yang diperlukan untuk sejumlah truk, sehingga jumlah truk optimal dapat ditentukan. Teori ini juga membantu menentukan produksi optimal dengan biaya minimum, seperti dalam kasus di mana satu alat muat melayani beberapa truk yang mengangkut muatan ke tujuan dan kembali untuk pemuatan berikutnya [17].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 2. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan lapangan meliputi observasi lapangan dan studi literatur terhadap unit *dump truck*, setelah itu pengumpulan data meliputi data *breakdown exhaust brake* dan *ranking* data kerusakan, kemudian pembuatan *cover* pada *exhaust brake* meliputi pengukuran dan perancangan desain *cover*. Setelah itu pemasangan pada unit yang meliputi monitoring dan pengambilan data, dan yang terakhir perhitungan potensial *lost cost* pada komponen *exhaust brake*.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Perhitungan potensial *lost cost* dilakukan dengan melakukan pengolahan data histori *breakdown* pada PT PP

Presisi Tbk Site Weda bay Nickel sehingga ditemukan data *breakdown* pada *exhaust brake*. Setelah pengujian selesai, data diambil dan dilakukannya perhitungan potensial *lost cost*. Informasi yang ditangani kemudian diperkenalkan sebagai perhitungan manual, tabel serta kata-kata. Perhitungan potensial *lost cost* meliputi 4 variabel yaitu perhitungan biaya *sparepart*, biaya produksi, biaya operator unit, biaya mekanik. Berikut rumus perhitungan potensial *lost cost* yang digunakan:

1. Biaya *sparepart*

Biaya *sparepart* merupakan biaya yang digunakan untuk perhitungan komponen *exhaust brake*.

2. Biaya produksi

Biaya produksi digunakan untuk mengetahui kerugian pada target produksi di setiap unit.

3. Biaya operator

Biaya operator merupakan pendapatan yang diterima oleh karyawan yang bekerja sebagai operator dalam suatu perusahaan dalam satu bulan.

4. Biaya mekanik

Biaya mekanik merupakan kompensasi atau bayaran yang diberikan kepada seorang mekanik sebagai imbalan atas pekerjaannya, Struktur gaji mekanik biasanya mencakup gaji pokok, tunjangan, bonus kinerja, jam *standby* dan manfaat lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perusahaan telah memberikan izin untuk melakukan penelitian tentang pemasangan *cover exhaust brake* pada tiga unit *dump truck*, jumlah kerusakan bisa di lihat pada tabel 1. Dengan izin ini, peneliti memilih untuk menggunakan unit-unit *hauling* dengan tingkat kerusakan tertinggi, yaitu unit DT 91, DT 77, dan DT 59.

Tabel 1. Unit yang di pasang *cover exhaust brake*

NO	No Lambung	REPAIR	STOCK	KERUSAKAN
1	DT 59	8	4	12
2	DT 77	12	6	18
3	DT 91	25	10	35



Gambar 3. Cover *exhaust brake*



Gambar 4. Pemasangan *cover* pada unit

Pada gambar 3 menunjukkan *cover* yang digunakan untuk melindungi komponen *exhaust brake* dari lumpur, desain *cover* dibuat sedemikian rupa untuk melindungi dari berbagai arah, dan pada gambar 4 menunjukkan pemasangan *cover* yang telah dibuat pada komponen *exhaust brake* unit Hino 500 FM 260 JD.

Tabel 2. *Monitoring unit*

<i>Monitoring Unit</i>				
No	Unit	Tanggal	HM/KM	Deskripsi
1	DT 91	28 Juli 2023	7624	<i>Ready for use</i>
		4 Agustus 2023	7741.9	<i>Ready for use</i>
		13 Agustus 2023	7884	<i>Ready for use</i>
		21 Agustus 2023	8004	<i>Ready for use</i>
2	DT 59	29 Juli 2023	7613.3	<i>Ready for use</i>
		8 Agustus 2023	7819.2	<i>Ready for use</i>
		15 Agustus 2023	7835.4	<i>Ready for use</i>
		21 Agustus 2023	7943.4	<i>Ready for use</i>
3	DT 77	31 Juli - 2023	7168.2	<i>Ready for use</i>
		9 Agustus 2023	7342.9	<i>Ready for use</i>
		14 Agustus 2023	7386.3	<i>Ready for use</i>
		24 Agustus 2023	7516.6	<i>Ready for use</i>

Pemantauan yang berkala dan proaktif menjadi kunci dalam mencegah terjadinya masalah atau kegagalan pada *cover*

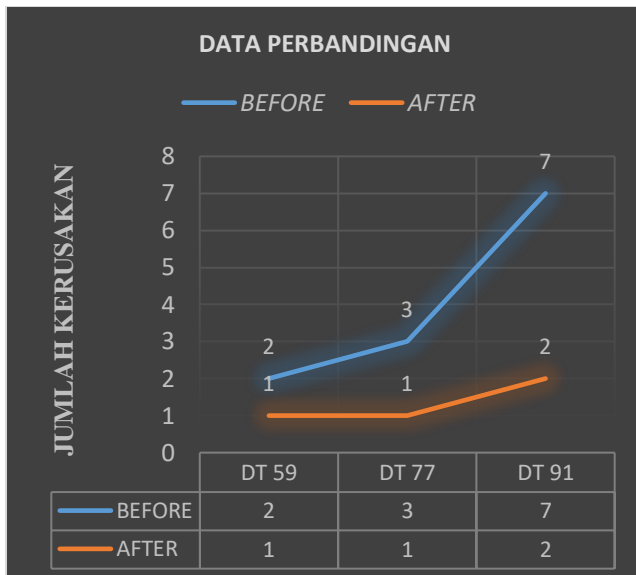
exhaust brake. Data *monitoring unit* dapat dilihat pada tabel 2. Dengan melakukan pemantauan secara teratur, dapat diidentifikasi potensi masalah yang akan terjadi pada *cover exhaust brake*, meminimalkan risiko gangguan operasional, dan memperpanjang masa pakai peralatan. Untuk menjalankan proses pemantauan ini, unit-unit yang telah dipasang *cover exhaust brake* akan dipanggil ke *workshop* secara bergantian setiap minggu oleh koordinator *hauling*. Hal ini memastikan bahwa setiap unit mendapat perhatian yang diperlukan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Dengan demikian, semua unit yang di pasang *cover exhaust brake* dapat diperiksa secara menyeluruh dan diberikan pemeliharaan yang diperlukan secara tepat waktu.

Tabel 3. Data setelah pemasangan

NO	TGL BD	NO LAMBUNG	JOB	TGL RFU
1	25/07/23 00:19	DT 77	<i>Repair exhaust brake</i>	25/07/23 00:40
	28/07/23 08:15	DT 59	<i>Repair exhaust brake</i>	28/07/23 08:40
3	29/07/23 07:00	DT 91	<i>Repair exhaust brake</i>	29/07/23 07:25
	14/08/23 22:11	DT 91	<i>Repair exhaust brake</i>	14/08/23 23:00

Setelah melaksanakan pemasangan *cover exhaust brake* dan *monitoring unit*, analisis terhadap data yang terkumpul menunjukkan adanya perubahan yang signifikan dalam frekuensi kerusakan pada unit Hino 500 FM 260 JD dengan nomor lambung 59, 77, dan 91. Data setelah dilakukan pemasangan *cover* dapat dilihat pada tabel 3. Unit-unit tersebut mencatat kerusakan pada komponen *exhaust brake* dengan masing-masing mengalami satu hingga dua kali kerusakan. Data juga mengindikasikan bahwa kerusakan yang muncul pada komponen *exhaust brake* cenderung bersifat ringan, yang mana dapat ditangani dengan pengerjaan perbaikan oleh mekanik tanpa memerlukan penggantian komponen *exhaust brake*.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas, grafik perbandingan *breakdown* sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan disajikan di bawah ini. Grafik tersebut memberikan ilustrasi visual tentang penurunan kejadian *breakdown* setelah implementasi perbaikan, memperkuat hasil yang terlihat pada data verbal. Dengan adanya peningkatan kinerja ini, diharapkan operasional ketiga unit dapat menjadi lebih lancar dan efisien, memberikan kontribusi positif terhadap produktivitas dan kelancaran proses kerja secara keseluruhan.



Gambar 5. Data perbandingan kerusakan

Perhitungan potensial *lost cost* adalah proses untuk mengevaluasi biaya yang mungkin terjadi akibat suatu kejadian atau risiko yang belum terjadi namun memiliki potensi untuk terjadi di masa depan. Dalam penelitian ini, perhitungan potensial *lost cost* mengacu pada biaya yang mungkin terjadi jika suatu kejadian tidak diantisipasi atau tidak ditangani dengan baik. Perhitungan ini mencakup langkah-langkah seperti mengidentifikasi risiko potensial, menilai kemungkinan terjadinya risiko, dan mengestimasi dampak finansialnya jika risiko tersebut terjadi. Tujuan dari perhitungan potensial *lost cost* adalah untuk membantu perusahaan dalam merencanakan tindakan pencegahan atau mitigasi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan mengurangi dampak finansial yang mungkin timbul jika risiko tersebut terjadi. Dalam perhitungan potensial *lost cost* ini ada empat aspek yang di hitung, yaitu biaya *sparepart*, biaya produksi, biaya operator dan biaya mekanik.

Dari data diatas, kemudian penulis mengolah potensial *lost cost* pada *exhaust brake* dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Biaya *sparepart*

Diketahui:

1. Jumlah kerusakan (*repair*) = 518
2. Jumlah kerusakan (*stock*) = 166
3. Biaya *repair exhaust brake* = Rp42.420
4. Biaya *replace exhaust brake* = Rp2.112.000

Berdasarkan pada persamaan 1, maka:

$$= (518 \times 42.420) + (166 \times 2.112.000)$$

$$= (21.973.560) + (350.592.000)$$

$$= \text{Rp}372.565.560$$

Jadi potensial *lost cost exhaust brake* pada biaya *sparepart* sebesar Rp372.565.560

2. Biaya produksi

Diketahui:

1. Target *income/unit* = Rp7.936.651
2. *Down time exhaust brake* = 3170 jam
3. Jam kerja unit/hari = 21 jam

Berdasarkan pada persamaan 2, maka:

$$= \left(\frac{\text{Rp}7.936.651}{21 \text{ hours}} \right) \times 3.170 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp}1.198.056.365$$

Jadi potensial *lost cost exhaust brake* pada biaya produksi sebesar Rp1.198.056.365

3. Biaya operator

Diketahui:

1. Jam *standby/hari* = Rp75.000
2. Jam operasi/hari = Rp135.000
3. Uang makan/hari = Rp45.000
4. Gaji pokok = Rp4.750.000
5. Hari kerja dalam sebulan = 25 hari
6. *Down time exhaust brake* = 3170
7. Jam kerja operator/hari = 8 jam

Berdasarkan pada persamaan 3, maka:

$$= \text{Rp}7.750.000 / 25 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp}310.000/\text{hari}$$

$$= \text{Rp}310.000/8 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp}38.750/\text{jam}$$

$$= \text{Rp}38.750/\text{jam} \times 3170 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp}122.837.500$$

Jadi potensial *lost cost exhaust brake* dari biaya operator sebesar Rp122.837.500

4. Biaya mekanik

Diketahui:

1. Gaji mekanik = Rp12.726.000
2. Hari kerja dalam sebulan = 30 hari
3. *Down time Exhaust break* = 3170
4. Jam kerja mekanik = 10 jam

Berdasarkan pada persamaan 4, maka:

$$= \text{Rp}12.726.000/30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp}424.200/\text{hari}$$

$$= \text{Rp}424.200/10 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp}42.420/\text{jam}$$

$$= \text{Rp}42.420 \times 3170$$

$$= \text{Rp}134.471.400$$

Jadi potensial *lost cost exhaust brake* dari biaya mekanik sebesar Rp134.471.400

Total jumlah potensial *lost cost* pada *exhaust brake* selama bulan januari - mei 2023 adalah:

$$= \text{Jumlah biaya sparepart} + \text{jumlah biaya produksi} + \text{jumlah gaji operator} + \text{jumlah biaya mekanik}$$

$$= (\text{Rp}372.565.560 + \text{Rp}1.198.056.365 + \text{Rp}122.837.500 + \text{Rp}134.471.400)$$

$$= \text{Rp}1.827.930.825$$

Manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan program pemasangan *cover pada exhaust brake* tidak hanya terbatas pada pencapaian keuntungan finansial, tetapi juga mencakup berbagai aspek *non-finansial* yang memiliki dampak yang cukup besar.

Berikut manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan program pemasangan *cover pada exhaust brake* dalam aspek *non finansial*:

Tabel 4. Benefit non finansial

Manfaat	Benefit non finansial	
	Sebelum	Sesudah
<i>Quality</i>	lumpur di area jalan <i>hauling</i> yang menempel pada komponen <i>exhaust brake</i> yang menyebabkan unit <i>breakdown</i>	Setelah dilakukan pemasangan <i>cover</i> pada komponen <i>exhaust brake</i> , <i>breakdown</i> berkurang dan <i>performance</i> unit semakin baik
<i>Cost</i>	Biaya yang dikeluarkan untuk <i>repair</i> dan <i>replace exhaust brake</i> sangat tinggi jika masalah pada <i>exhaust brake</i> di abaikan	Dengan perhitungan potensial <i>lost cost</i> yang sudah dihitung pada bulan Januari-Mei 2023 bisa <i>save cost</i> sebesar Rp1.827.930.825
<i>Delivery</i>	Produktivitas unit terganggu dengan lamanya <i>leadtime</i> pengerjaan saat <i>repair</i> dan <i>replace</i> komponen <i>exhaust brake</i>	Semakin baiknya <i>performance</i> unit bisa mempengaruhi produktivitas unit sehingga mampu mencapai target produksi
<i>SHE</i>	Tingginya problem <i>breakdown</i> pada <i>exhaust brake</i> menjadi potensi terjadi <i>accident</i> dalam proses <i>repair</i> atau <i>replace</i> baik di lapangan atau di <i>workshop</i>	Semakin berkurangnya <i>repair</i> dan <i>repalce exhaust brake</i> dapat meminimalisir potensi kecelakaan
<i>Morale</i>	Masalah <i>breakdown</i> pada <i>exhaust brake</i> berdampak pada pencapaian produksi unit sehingga berdampak pada <i>image</i> PT PP Presisi Tbk, <i>site</i> <i>wesa bay nickel</i>	Dengan tercapainya target <i>retase</i> unit PT PP presisi Tbk, memiliki <i>image</i> yang baik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data penyebab utama kerusakan pada komponen *exhaust brake* adalah lumpur yang masuk ke dalam tabung *exhaust*. Pemasangan *cover* pada komponen *exhaust brake* dapat mengurangi kerusakan yang diakibatkan oleh lumpur. Setelah pemasangan *cover* terjadi penurunan jumlah kerusakan pada komponen *exhaust brake*, sehingga *life time* pada komponen *exhaust brake* lebih panjang dari sebelum dilakukannya *improvement*. Dan setelah dilakukan perhitungan potensial *lost cost* komponen *exhaust brake* pada bulan Januari - Mei tahun 2023 di dapat nominal *save cost damage* pada komponen *exhaust brake* sebesar Rp1.827.930.825

REFERENSI

- [1] Purwono, H., Rasma, R., & Effendi, R. (2020). Analisis terjadinya hentakan dan suara keras pada suspensi belakang unit dump truck HD 785-7. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(2).
- [2] Djaya, R. M., & Dewanto, J. (2015). Perencanaan *Exhaust Brake* Pada Mobil Toyota Innova Matic. *Mechanova*, 4.
- [3] Susilo, G. A., & Sutrisno, T. (2014). Perencanaan *Exhaust Brake* untuk Isuzu Panther TBR-541. *Mechanova*, 3.
- [4] Rahardjo, A., Hakim, M. E., & Wahab, A. (2017). Analisa Sistem Pembakaran Pada Mesin Diesel Lokomotif CC 201. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(02).
- [5] Muttaqin, K. I., Maulana, A. N., Khoiri, M., & Riyadi, A. (2023). Perancangan Diesel Engine Single Cylinder Dengan Daya 0, 7 Horse Power. *JTAM ROTARY*, 5(1), 19-30.
- [6] Parhusip, R. (2010). Analisa Power Losses pada Ruang Bakar Kendaraan Light Truck (Diesel).
- [7] Klara, S. (2016). Pemanfaatan gas buang mesin diesel sebagai energi listrik. *Jurnal Riset Teknologi Kelautan*, 14(1).
- [8] Hakim, L., & Hasan, I. (2022). Implementasi FMEA pada Kegagalan Komponen Pneumatic Brake System Kendaraan Berat. *Jurnal Surya Teknika*, 9(2), 423-434.
- [9] Prayoga, B. D., Purnomo, H., & Bisono, F. (2017). Perancangan Dan Analisis Sistem Pengereman Hydraulic Pada Mobil Minimalis Roda Tiga. In *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application* (Vol. 1, No. 1, pp. 094-104).
- [10] IBRAHIM, W. (2014). Rancang Bangun Sistem Rem pada Kendaraan Roda Empat Hemat Energi 100CC (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- [11] Rangkuti, M. W. (2021). Pemeliharaan Dan Perawatan Sistem Pengereman Pada Armada Bus Di Workshop PT. SKR Jaya Transport.
- [12] Wincono, R. R., & Horman, J. R. (2019). Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi

- Bahan Bakar Dump Truck Hino 500 FG 235 JJ. INTAN
 Jurnal Penelitian Tambang, 2(2), 155-160.
- [13] Sokop, R. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Tekno*, 16(70).
- [14] Asrul fole, M. (2023). *JIEI: Journal of Industrial Engineering Innovation* *JIEI: Journal of Industrial Engineering Innovation*. 01(01), 10–17.
- [15] Mohutsiwa, M., & Musingwini, C. (2015). Parametric estimation of capital costs for establishing a coal mine: South Africa case study. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 115(8), 789-797.
- [16] Ikhsan, M. A., Amrina, E., & Andalas, U. (2024). Dinamika Kreatif Manajemen Strategis Analisis Estimasi Biaya Pada Proyek Pemeliharaan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) Ruas Pekanbaru - *Dinamika Kreatif Manajemen Strategis*. 06(1), 87–103.
- [17] Prasmoro, A. V., & Hasibuan, S. (2018). Optimasi Kemampuan Produksi Alat Berat Dalam Rangka Produktifitas Dan Keberlanjutan Bisnis Pertambangan Batubara: Studi Kasus Area Pertambangan Kalimantan Timur. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 10(1), 1-16.