

Analisis Kelayakan Teknis *Hauling Truck* Kapasitas 40 Ton (Studi Kasus PT. Saptaindra Sejati)

Gita Aprilia Timang^{1*}, Yulita Veranda Usman¹, dan Saiful Bahri¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. PT. Saptaindra Sejati merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pertambangan khususnya industri jasa pertambangan batubara di Indonesia. Perusahaan ini menyediakan berbagai layanan di antaranya pembangunan infrastruktur, penambangan, dan jasa pertambangan. Pekerjaan tersebut meliputi pamarasan lapisan tanah penutup, dan pengangkutan batubara ke lokasi pengapalan pelanggan dengan menggunakan berbagai macam tipe alat berat. PT. Saptaindra berencana meningkatkan produksinya mencapai 4,5 juta ton di tahun 2023, sehingga perlu disediakan penambahan beberapa alat berat, salah satunya yaitu *hauling truck* berkapasitas 40 ton. Dalam memenuhi rencana tersebut dilakukan penelitian analisis kelayakan berdasarkan aspek teknis dari *hauling truck* dilakukan, dengan cara menghitung kriteria kelayakan aspek teknis pada kegiatan pengangkutan batubara untuk menemukan alternatif alat berat *hauling truck* yang terbaik berdasarkan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) agar dapat dioperasikan pada lokasi penambangan di Kalimantan Tengah. Dari hasil perhitungan MTBF diperoleh bahwa *hauling truck* Volvo FM440-8x4 memiliki nilai MTBF sebesar 1056,60 jam dan Scania P410-8x4 sebesar 1260 jam. Nilai MTBF kedua merek tersebut di atas target yang telah ditentukan perusahaan yaitu 500 jam. Namun, nilai MTBF dari Scania R580 lebih tinggi dari Volvo FH16 sehingga *Hauling truck* yang dipilih oleh PT. Saptaindra adalah Scania R580.

Kata kunci: *Investasi, Aspek Teknis, Mean Time Between Failure (MTBF)*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan semakin hari semakin bergantung pada mesin dalam memproduksi barang. Mesin yang digunakan merupakan aset fisik yang memerlukan perawatan agar perusahaan terus produktif. Perkembangan industri yang semakin pesat pada saat ini tentu menimbulkan persaingan yang menuntut sebuah perusahaan harus meningkatkan kinerja pengoperasian produksi. Pengoperasian mesin dapat dikatakan optimal apabila nilai *downtime* nya lebih kecil dan memiliki sistem perawatan atau pemeliharaan mesin yang tepat untuk menjamin pengoperasian mesin yang optimal sehingga memberikan total biaya perawatan yang minimum.

Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance* [1]. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik, dimana seperangkat tugas pemeliharaan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan. *Maintenance* dilakukan dengan inspeksi, *corrective maintenance* atau *repair*, dan *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime*.

Indonesia sebagai salah satu produsen batubara terbesar ke-4 di dunia pada tahun 2018, dengan produksi batubara sebesar 549 juta ton dan cadangan batubara yang mencapai 37 miliar ton yang diperkirakan umur cadangan hingga 62 tahun jika ditambang. Sisa cadangan batubara yang dimiliki Indonesia sangat besar, maka perusahaan-perusahaan pertambangan batubara selalu meningkatkan kualitas dan melakukan perbaikan untuk mencapai target produksi [2].

PT Saptaindra Sejati adalah salah satu perusahaan pertambangan dan pengangkutan batubara yang bergerak dibidang jasa pertambangan terpadu dengan standar internasional. PT Saptaindra menyediakan

* Corresponding author: gita.apriliah@univpancasila.ac.id

berbagai layanan di antaranya pembangunan infrastruktur, penambangan, dan jasa pertambangan, kegiatannya meliputi pemasaran lapisan tanah penutup yaitu proses pemindahan lapisan tanah penutup yang bertujuan mengambil bahan galian yang berada di bawahnya, dan pengangkutan batubara ke lokasi pengapalan pelanggan. Proses penambangan batubara dimulai dari pembersihan lahan sampai dengan pengiriman batu bara ke pelabuhan. Adapun tahapan proses kegiatan penambangan batubara dimulai dari perencanaan tambang, persiapan, proses penambangan, proses pengolahan, proses pengangkutan dan *transshipment* [3]. Proses pemindahan material (pengangkutan) dari penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan berbagai macam tipe alat berat. Alat berat pada proses pengangkutan dan *transshipment* yang digunakan oleh PT Saptaindra salah satunya adalah *Hauling truck*. Dimana, proses pengangkutan dan *transshipment* menggunakan *Hauling truck* dilakukan untuk 2 lokasi. Lokasi pertama yaitu lokasi galian batubara atau cekungan (*Pit*) ke tempat penyimpanan batu bara sementara (batubara ROM), dan lokasi kedua yaitu proses pemindahan batubara dari tempat penyimpanan sementara (batubara ROM) ke *Port*.

PT. Saptaindra Sejati berencana untuk meningkatkan produksinya di tahun 2023 dengan total mencapai 4,5 juta ton, dibandingkan dengan total produksi di tahun 2022 yang mencapai 2,2 Juta ton, atau meningkat 204.55% dari tahun sebelumnya. Berdasarkan rencana tersebut, PT. Saptaindra perlu melakukan penambahan untuk meningkatkan produksinya, yaitu menambahkan beberapa alat berat tambang salah satunya adalah *Hauling truck* berkapasitas 40 ton.

Fungsi *Hauling truck* dalam penambangan batubara di Kalimantan Tengah digunakan untuk mengangkut batubara dari *Pit* to ROM (*Run of Mining*) dan dari ROM (*Run of Mining*) to *Port*. Dalam perhitungannya kebutuhan alat penambangan tersebut dilakukan berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan kemampuan alat tambang untuk dapat memenuhi target tersebut. Kebutuhan peralatan tambang khususnya kebutuhan alat mekanis yang kurang baik dapat menimbulkan kesulitan dalam proses penambangan, semakin seringnya kegiatan tersebut dilakukan maka semakin banyak potensi bahaya yang dapat terjadi, hingga menyebabkan kecelakaan. Adapun potensi bahaya pada proses pemindahan muatan dari *Hauling truck* baik dari *Pit* ke ROM ataupun ROM ke *Port* yakni jika kondisi jalan tambang licin sehingga membuat *dump truck* terperosok atau tergelincir hingga menabrak *Hauling truck* lainnya, serta jika muatan *Hauling truck* melebihi kapasitas dan kondisi jalan di pertambangan mendaki ataupun bergelombang. Berikut gambar di bawah ini merupakan dua jenis *Hauling truck* yang direncanakan untuk diinvestasikan.



(a)



(b)

Gambar 1 (a) *Hauling Truck* merek Volvo FM440-8X4 [4]; (b) *Hauling Truck* merek Scania P410-8X4 [5]

Hauling truck (Gambar 2.a dan 2.b) merupakan salah satu peralatan tambang yang paling penting dalam melakukan penambangan [6], perhitungan kebutuhan alat penambangan tersebut dilakukan berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan kemampuan alat tambang untuk dapat memenuhi target tersebut. Kebutuhan peralatan tambang khususnya kebutuhan alat mekanis yang kurang baik justru menimbulkan kesulitan dalam proses penambangan [7].

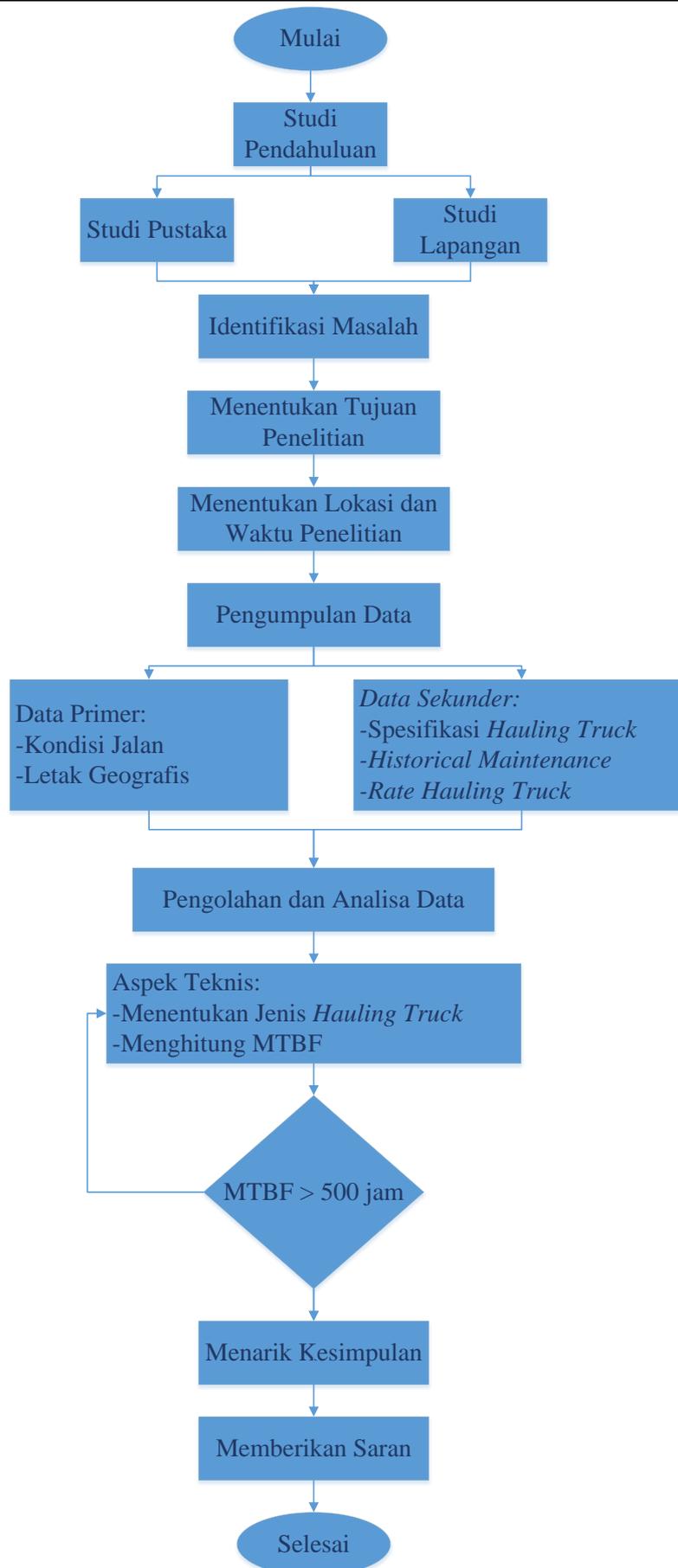
Pada perencanaan pengadaan *hauling truck* perusahaan perlu melakukan analisis kelayakan berdasarkan aspek teknis terhadap dua jenis *hauling truck*. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui jenis *Hauling truck* mana yang sesuai dengan kondisi lokasi penambangan di area Kalimantan Tengah dan lebih efisien untuk dioperasikan dalam jangka panjang, dengan menghitung *Mean Time Between Failure* (MTBF) yang

merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali. MTBF menghitung nilai berdasarkan sampel observasi dilakukan setelah sejumlah besar populasi ditempatkan di lapangan, dan sejauh ini merupakan metode penghitungan yang paling banyak digunakan, terutama karena didasarkan pada produk yang memiliki tingkat penggunaan yang tinggi di lapangan [8]. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan [9].

Oleh karena itu, perencanaan pengadaan *hauling truck* dapat menggunakan metode MTBF, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Przemysław (2018) dengan judul *Analysis of Operating States of Haul Trucks Used in Surface Mining*, dalam penelitiannya dibuktikan bahwa Indeks MTBF merupakan parameter dasar yang berguna untuk menentukan keandalan dan dapat digunakan untuk perencanaan logistik, serta sebagai probabilitas pemenuhan persyaratan praktis yang ditentukan untuk kendaraan. Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fatma (2020), dimana diperoleh nilai MTBF mesin sebesar 19990,1 menit, dan dari analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan penjadwalan ulang untuk *maintenance* pada mesin proses produksinya yang diubah dari 2 bulan sekali menjadi 2 minggu sekali, bertujuan untuk meminimalisir waktu *downtime*, mengurangi *breakdown*, mengurangi pengeluaran untuk biaya perbaikan mesin, dan memperpanjang *lifetime machine*. Hasil penerapan tindakan *preventive maintenance* yang dilakukan meningkat dengan rata-rata 98% sehingga mesin mampu bekerja secara optimal. Begitupun dengan penelitian Darmawan (2017), dalam penelitiannya menggunakan metode MTBF untuk menentukan aspek teknis dalam pembelian unit transportasi baru, serta membantu perusahaan untuk membuat jadwal kegiatan perawatan alat berat yaitu excavator yang sudah dimiliki sebelumnya.

2. METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan Studi Pendahuluan yang terbagi menjadi dua yaitu Studi Pustaka dan Studi Lapangan. Selanjutnya, melakukan Identifikasi Masalah terhadap penelitian yang akan dilakukan, dan menentukan Tujuan Penelitian, serta Lokasi dan Waktu akan dilakukannya penelitian. Kemudian, melakukan proses Pengumpulan Data, dalam proses ini dilakukan pengumpulan seluruh data sebagai informasi yang akan diolah dan dianalisis dalam penelitian, terdiri dari data primer dan sekunder. Setelah mendapatkan keseluruhan data yang diperlukan, maka dapat dilakukan proses Pengolahan dan Analisa Data berdasarkan metode yang telah di tentukan berdasarkan karakteristik dari permasalahan yang ada, yaitu *Mean Time Between Failure* (MTBF). Setelah dilakukan pengolahan data, maka dilakukan analisis dan pembahasan mengenai hasil dan pengolahan data serta dilakukan penarikan Kesimpulan dan Saran atas analisis dan pembahasan yang dilakukan. Diagram Alir Penelitian ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL

Dalam melakukan pengadaan *hauling truck* yang baru, PT. Saptaindra Sejati mempertimbangkan dua jenis *hauling truck* yaitu merek Volvo dan Scania. Kemudian, dilakukan analisis kelayakan aspek teknis yang dihitung menggunakan metode *Main Time Between Failure* (MTBF). Nilai *Main Time Between Failure* (MTBF) yang diperoleh akan dianalisis dengan membandingkan standar *Main Time Between Failure* (MTBF) yang sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu 500 jam.

a. Spesifikasi Hauling Truck

Dalam melakukan pengadaan *Hauling truck* yang baru, PT. Saptaindra Sejati mempertimbangkan beberapa alternatif jenis *Hauling truck* yang dapat digunakan pada lokasi pertambangan di Kalimantan Tengah. Adapun spesifikasi alternatif *Hauling truck* yang akan dibeli dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Alternatif *Hauling Truck*

| Merek | Volvo (FM440-8X4) | Scania (P410-8X4) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Harga | Rp. 1.410.000.000,00 | Rp. 1.100.000.000,00 |
| Kapasitas bak | 84,95 m ³ | 113,26 m ³ |
| Kapasitas muatan Aman | 30 Ton | 40 Ton |
| Kapasitas mesin | 13000 cc | 13000 cc |
| Tenaga | 480 HP | 410 HP |
| Torsi | 2200 Nm | 2050 Nm |
| Konsumsi bahan bakar | 4,3 liter/jam | 2,9 liter/jam |
| Mesin | 6 Silinder | 6 Silinder |
| Transmisi | 16 Speed | 16 Speed |
| Jenis Bahan Bakar | Kualitas Standar | Kualitas Tinggi |
| Suku Cadang | Luar Negeri | Dalam Negeri |
| Suspensi | Lembut | Keras |
| Umur ekonomis | 5 Tahun | 5 Tahun |

Berdasarkan Tabel 1 di atas, diketahui bahwa kedua jenis *Hauling truck* tersebut dipilih sebagai alternatif karena banyak Perusahaan tambang lainnya yang memilih antara merek Volvo dan Scania sebagai alat berat yang mereka gunakan untuk pertambangannya. Namun, membuat pilihan tidaklah mudah, karena setiap merek memiliki karakteristiknya sendiri, yang harus diperhitungkan.

Hauling truck merek Volvo menurut banyak pengemudi adalah salah satu pesaing yang paling mahal karena memiliki kualitas yang diberikan juga lebih baik, dibandingkan dengan merek lain yang secara praktis tidak mampu bersaing. Truk merek Volvo memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Truk ini dianggap layak salah satu yang paling aman, karena struktur internal membantu melindungi pengemudi dari hampir semua sisi.
- Truk itu dirancang agar pengemudi bisa berkendara dengan nyaman, dia juga tidak mengalami kesulitan di jalan.

Namun, *maintenance* pada truk merek Volvo ini tidak mudah karena suku cadang yang sulit ditemukan di pasaran, sehingga perlu memesan suku cadang dari luar negeri. Sedangkan *Hauling truck* merek Scania dianggap sebagai salah satu pesaing utama namun tidak hanya dari merek Volvo, tetapi juga dari kompetitor lain. Fitur dari *Hauling truck* ini sudah dilengkapi suspensi yang lebih berat, dikarenakan pengemudi akan sering menghadapi jalan yang buruk. Pada saat yang sama, kompartemen *Hauling truck* jenis ini dilengkapi dengan sejumlah elemen yang nyaman, misalnya, ada sistem ventilasi, serta sistem audio yang dengannya pengemudi dapat menempatkan dirinya di jalan sehingga dapat lewat dengan mudah dan cepat. Namun, pengguna perlu menyediakan persediaan bahan bakar berkualitas tinggi karena bahan bakar bensin dan solar standar dapat dengan cepat merusak mobil itu sendiri. *Hauling truck* merek Scania sangat sensitif terhadap hal ini, oleh karena itu perlu perhatian lebih pada penggunaan bahan bakar.

b. Menghitung Nilai MTBF Volvo FM400-8X4

Mean Time Between Failures, yaitu rata-rata *uptime* alat berat di antara *failure* (kegagalan/kerusakan) yang terjadi. Diasumsikan mesin berhenti beroperasi selama 15 hari dalam 1 tahun, dengan rincian sebagai berikut:

- 12 hari saat perayaan Hari Raya Idul Fitri
- 1 hari saat perayaan Kemerdekaan Indonesia
- 1 hari saat perayaan Hari Raya Idul Adha
- 1 hari saat perayaan Tahun Baru

Total mesin tidak beroperasi selama 21.600 jam. Untuk operasional 350 hari total operasi mesin selama 1 tahun adalah 504.000 jam. Berikut ini adalah data frekuensi kerusakan yang tidak terjadwal (*Unschedule Maintenance*) dari *Hauling truck* Volvo di lokasi Kalimantan Selatan.

Tabel 2 Data *Breakdown Unschedule* Volvo Tahun 2022

| Unit | Bulan | | | | | | | | | | | | Total |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nov | Des | |
| HT-0072 | 6 | 3 | 4 | 8 | 8 | 9 | 5 | 4 | 6 | 11 | 6 | 5 | 75 |
| HT-0073 | 9 | 9 | 7 | 13 | 16 | 9 | 14 | 11 | 7 | 7 | 5 | 3 | 110 |
| HT-0074 | 11 | 7 | 6 | 4 | 5 | 12 | 11 | 8 | 17 | 12 | 5 | 2 | 100 |
| HT-0075 | 6 | 5 | 6 | 9 | 9 | 10 | 9 | 11 | 7 | 10 | 10 | 1 | 93 |
| HT-0076 | 6 | 9 | 7 | 14 | 3 | 8 | 13 | 6 | 7 | 8 | 14 | 4 | 99 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 477 |

Dari Tabel 2 diketahui selama tahun 2022 *Hauling truck* Volvo terjadi *breakdown unschedule* sebanyak 477 kali dan total operasi mesin selama 1 tahun adalah 504.000 jam. Berdasarkan data di atas nilai MTBF dapat kita ketahui dengan cara :

$$MTBF = Total\ Operation\ Time / Frekuensi\ Breakdown\ Unschedule$$

$$MTBF = 504.000 / 477$$

$$= 1056,60\ jam$$

Tabel 3 Data *Breakdown Unschedule* Scania Tahun 2022

| Unit | Bulan | | | | | | | | | | | | Total |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nov | Des | |
| HT-0078 | 8 | 1 | 4 | 5 | 9 | 5 | 13 | 9 | 9 | 9 | 5 | 4 | 81 |
| HT-0079 | 11 | 11 | 5 | 11 | 3 | 6 | 6 | 9 | 4 | 10 | 10 | 1 | 87 |
| HT-0080 | 5 | 8 | 5 | 5 | 7 | 4 | 11 | 5 | 6 | 4 | 11 | 2 | 73 |
| HT-0081 | 6 | 4 | 1 | 9 | 12 | 11 | 8 | 8 | 6 | 12 | 4 | 3 | 84 |
| HT-0082 | 6 | 3 | 4 | 8 | 8 | 9 | 5 | 4 | 6 | 11 | 6 | 5 | 75 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 400 |

Dari tabel diatas selama tahun 2022 Scania terjadi *Breakdown Unschedule* sebanyak 400 kali, dan total mesin beroperasi selama 1 tahun adalah 504.000 menit.

Berdasarkan data di atas nilai MTBF dapat kita ketahui dengan cara :

$$MTBF = Total\ Operation\ Time / Frekuensi\ Breakdown\ Unschedule$$

$$MTBF = 504.000 / 400$$

$$= 1260\ jam$$

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai MTBF

| Merek | Nilai MTBF | Target MTBF | Status |
|-----------------|------------|-------------|-----------|
| | (jam) | (jam) | |
| Volvo FM400-8X4 | 1056,6 | 500 | Terpenuhi |
| Scania P410-8X4 | 1260 | 500 | Terpenuhi |

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai MTBF Volvo FH16 sebesar 1056,60 jam dan Scania R580 sebesar 1260 jam telah memenuhi target MTBF yang ditentukan perusahaan. Namun, nilai MTBF dari

Scania R580 lebih tinggi dari Volvo FH16 sehingga *Hauling truck* yang dipilih oleh PT. Saptaindra adalah mereka Scania R580, dilihat dari aspek teknis bahwa Scania R580 lebih handal dari Volvo FH16.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap kelayakan investasi dilihat dari aspek teknis *hauling truck* merek Volvo FM440-8X4 dan Scania P410-8X4 diperoleh bahwa *Hauling truck* Volvo FM440-8x4 memiliki nilai MTBF sebesar 1056,60 jam dan Scania P410-8x4 sebesar 1260 jam. Nilai MTBF kedua merek tersebut di atas target yang telah ditentukan perusahaan yaitu 500 jam, sehingga baik Volvo FM440-8X4 maupun Scania P410-8X4 layak untuk diinvestasikan bagi PT. Saptaindra. Namun, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, *Hauling truck* Scania P410-8X4 memiliki nilai MTBF yang lebih tinggi sehingga lebih layak untuk dipilih sebagai aset untuk investasi.

Analisa kelayakan investasi ini hanya membandingkan *Hauling truck* konvensional, penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan *Hauling truck* elektrik (menggunakan listrik sebagai bahan bakar) sehingga mengetahui perbandingan biaya investasi awal dan biaya operasional yang dikeluarkan agar bisa mendapatkan keuntungan maksimal. Dapat juga dilakukan perbandingan menggunakan MTTR (*Mean Time To Repair*), atau waktu rata-rata yang digunakan untuk proses perbaikan alat berat serta MTTF (*Mean Time To Failure*) adalah ukuran rata-rata waktu aset sampai mengalami kerusakan. Indikator ini digunakan untuk mendapatkan estimasi umur aset yang *non-repairable* (tidak bisa diperbaiki). Sehingga dapat dilihat hasil MTTF guna menunjukkan *downtime* dan gangguan pada alat berat yang sering terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. Fatma., H. Ponda., R. A. Kuswara. Analisis preventive maintenance dengan metode menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) (studi kasus PT. Gajah Tunggal, tbk). *Jurnal HEURISTIC*, Vol. 17(2):87 - 94(2020).
- [2] F. Muhammad., M. Gusman. Analisis kelayakan dan pemilihan investasi alat gali-muat dan alat angkut di PT. Bara Prima Pratama blok Retih Desa Batu Ampar Kecamatan Kemuning Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 6(5): 1 - 5(2021).
- [3] H. Haryadi. Pengelolaan sumberdaya batubara indonesia dan prospeknya dalam pasar global dengan analisis SWOT. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, Vol. 17(2):107 - 122(2021).
- [4] Philippe Freyhof. VOLVO FMX 8x4 dump truck. [Online] from <https://www.flickr.com/photos/126729696@N07/33171950834>. (2023) [Accessed on 7 November 2023].
- [5] Sotrex Limited. Scania P410 8 X 4 Euro 6 Steel Body Tipper. [Online] from <https://www.sotrex.com/scania-p410-8-x-4-steel-body-tipper-1460>. (2023) [Accessed on 7 November 2023].
- [6] Y. F. Zarly, & T. Kasim. Kajian teknis loading dan hauling produksi overburden pada tambang terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4 (1), (2019).
- [7] T. I Mardana., A. Mustofa., & S. Melati. Evaluasi kegiatan coal hauling untuk menunjang ketercapaian target produksi PT. Tamtama Perkasa. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 6(2): 85-90(2020).
- [8] W. Torell., & V Avelar. Mean Time Between Failure: Explanation and Standards (Rev.1). *White Paper 78*, Schneider Electric – Data Center Science Center, pp. 5, (2017).
- [9] A. Żyluk., M. Zieja., N. Grzesik., J. Tomaszewska., G Kozłowski., & M. Jaształ. Implementation of the mean time to failure indicator in the control of the logistical support of the operation process. *Journal of Aerospace Science and Engineering*. Vol. 13(7): 4608(2023)
- [10] P. Bodziony., M. Patyk., & Z. Kasztelewicz. Analysis of Operating States of Haul Trucks Used in Surface Mining. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 25(2), (2018).