



Penentuan Jumlah Persediaan Sparepart Berdasarkan Waktu Maintenance Headtruck Giga di PT. Bima Site Berlian

Febri Hari Setiawan^{1✉}, Putu Eka Dewi Karunia Wati²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ^(1,2)

DOI: [10.31004/jutin.v7i2.28691](https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.28691)

✉ Corresponding author:

[febri.setiawan477@gmail.com] [putu_ekadkw@untag-sby.ac.id]

Article Info

Abstrak

*Kata kunci:
Keandalan;
MTTF;
Headtruck;
Suku cadang;
Perawatan*

PT . Berkah Industri Mesin Angkat (PT.BIMA) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pemeliharaan dan penyedia peralatan pelabuhan. Dalam proses pelayanan jasa ada lima jenis pesawat angkut di PT BIMA.. Mean Time to Failure (MTTF) adalah salah satu ketentuan perusahaan sebagai acuan untuk menetapkan jadwal perawatan yang efektif. di dapatkan nilai rata-rata MTTF tiap sparepart. Untuk (OE) Oil Engine sebesar 696 jam, (OT) Oil Transmisi sebesar 2.272 jam, (FF) Fuel Filter sebesar 696 jam, (WS) Water Separator sebesar 696 jam, (LF) Lube Filter sebesar 1.281 jam, (AF) Air Filter sebesar 2.272 jam, (G) Grease sebesar 1.687 jam. Disini (OG) Oil Gardan belum memiliki nilai MTTF dikarenakan periode nya hanya 5 bulan. Dengan metode ABC diperoleh jenis-jenis sparepart yang harus diprioritaskan yaitu sparepart dengan kategori A dengan jumlah 3.828 item sparepart dengan nilai kumulatif Rp. 167.541.150 dan persentase nilai kumulatif sebesar 70%. Untuk kategori B terdapat jumlah 682 item dengan nilai kumulatif Rp. 51.413.040 dan persentase nilai kumulatif sebesar 22%. Sedangkan untuk kategori C terdapat jumlah 182 item dengan nilai kumulatif Rp. 18.498.830 dan persentase nilai kumulatif sebesar 8%.

Abstract

*Keywords:
Reliabilty;
MTTF;
Headtruck;
Spareparts;
Maintenance.*

PT. Berkah Lifting Machinery Industry (PT.BIMA) is a company engaged in the maintenance and supply of port equipment. In the service process, there are five types of transport aircraft at PT BIMA. Mean Time to Failure (MTTF) is one of the company's provisions as a reference for determining an effective maintenance schedule. The average MTTF value for each spare part is obtained. For (OE) Engine Oil 696 hours, Transmission Oil 2,272 hours, Fuel Filter 696 hours, (WS) Water Separator 696 hours, (LF) Lube Filter 1,281 hours, (AF) Water Filter for 2,272 hours, (G) Grease for 1,687 hours. Here (OG) Oil Gardan does not yet have an MTTF value because the period is only 5 months. Using the ABC method, the types of spare parts that must be prioritized are category A spare parts with a total of 3,828 spare part

items with a cumulative value of Rp. 167,541,150 and the cumulative value percentage is 70%. For category B total of 682 items with a cumulative value of Rp. 51,413,040 and the cumulative value percentage is 22%. Meanwhile, for category C 182 items with a cumulative value of IDR. 18,498,830 and a cumulative value percentage of 8%..

1. INTRODUCTION

PT Berkah Industri Mesin Angkat atau PT. BIMA salah satu anak perusahaan PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia yang bergerak di bidang pemeliharaan dan penyedia peralatan pelabuhan, proyek mekanikal, elektrik, dan pekerjaan sipil. PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia memiliki alat pesawat angkut, seperti Harbour Mobile Crane (HMC) 20 unit, Rubber Tyred Gantry (RTG) 18 unit, Reach Stacker (RS) 8 unit, Forklift (FL) 13 unit, Headtruck (HT) 59 unit, Berbeda dengan kebanyakan Terminal/ Pelabuhan lain, banyak keistimewaan pada terminal ini. Diantaranya keunggulan dalam kepemilikan alat dan berbagai fasilitas dalam pelayanan Bongkar/ Muat. Alat yang digunakan merupakan armada yang memerlukan perawatan agar aktivitas pelabuhan tetap lancar. Pada waktu dulu perawatan mesin menggunakan sistem breakdown maintenance, dimana perawatan dilakukan setelah terjadi kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem preventive maintenance. Preventive maintenance merupakan perawatan yang dilakukan secara kontinu, meliputi beberapa pemeliharaan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan. Adapun juga prinsip yang dikenal dalam istilah maintenance, yaitu MTTF

2. METODE PENELITIAN

MTTF adalah indikator utama keandalan perangkat keras yang tidak dapat diperbaiki, sehingga tujuannya adalah untuk memperkuat umur aset. MTTF yang lebih pendek menyebabkan seringnya downtime dan gangguan. Untuk menghitung MTTF, gunakan rumus di bawah ini,

$$\text{MTTF} = \text{total jam operasi} / \text{jumlah total kegagalan}$$

A. MTTF

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan waktu rata-rata kerusakan komponen yang hanya digunakan pada komponen yang sering mengalami kerusakan. Pengoperasian alat pelabuhan dikatakan optimal apabila nilai downtime nya minimum sehingga mencapai target produksi yang diharapkan. Sistem perawatan dan pemeliharaan alat tentunya dilakukan secara optimal agar nilai reliability nya tentu sesuai yang diharapkan. Sistem perawatan yang tepat dapat memberikan jadwal perawatan dengan menghasilkan downtime yang minim sehingga memberikan total biaya perawatan yang juga minim. Kerusakan suatu komponen yang tidak terdeteksi saat kegiatan operasional berlangsung dapat mempengaruhi kinerja bahkan merusak komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang sedang mengalami kerusakan. PT BIMA telah menerapkan sistem preventive maintenance, namun dari laporan data kerusakan perbulan masih ditemukan breakdown atau kerusakan yang cukup besar pada alat operasional pelabuhan khususnya Headtruck GIGA sehingga membuat jumlah interval penggantian part semakin sering dan cenderung tinggi, sehingga perlunya tindakan untuk memperbaiki masalah tersebut. Perbaikan sistem pengendalian sparepart tentu sangat diperlukan guna untuk eksekusi kegiatan maintenance berjalan dengan baik. Pengoptimalan penggantian sparepart dengan mengacu pada ketentuan MTTF. Sistem perawatan ini dilakukan secara periodik berdasarkan data historis kerusakan alat pada Headtruck dengan mempertimbangkan laporan monthly.

B. Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan adalah salah satu kegiatan dari urutan kegiatan-kegiatan yang bertautan erat satu sama lain dalam seluruh operasi produksi perusahaan tersebut sesuai dengan apa yang telah direncanakan lebih dahulu baik waktu, jumlah, kualitas maupun biayanya (Sofjan Assauri, 2004:176)

C. Analisis ABC

Analisis ABC merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk memecahkan masalah penentuan titik optimum, baik jumlah pemesanan maupun order point. Analisis ABC sangat berguna dalam memfokuskan perhatian manajemen terhadap penentuan jenis barang yang paling penting dalam system inventori yang bersifat multisystem. Konsep 80-20 berguna untuk merencanakan persediaan bilamana jumlah jenis barang mencapai ratusan. Sejumlah persediaan akan dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu disebut kelompok A yang mempunyai nilai penjualan 80% dari 20% jenis spare part, disebut kelompok B yang mempunyai nilai penjualan sekitar 15% dari 30% jenis spare part, dan sisanya disebut kelompok C yang mempunyai nilai penjualan sekitar 5% dari 50% jenis spare part. Konsep 80-20 memiliki arti bahwa 80% dari penjualan suatu perusahaan yang dihasilkan oleh 20% dari item lini produk.

D. Lead Time

Lead time adalah waktu yang dibutuhkan antara pemesanan dengan barang sampai di perusahaan sehingga lead time berhubungan dengan reorder point dan saat penerimaan barang (Zulfikarijah, 2005:96). Lead time muncul karena setiap pesanan membutuhkan waktu dan tidak semua pesanan bisa dipenuhi seketika, sehingga selalu ada jeda waktu.

E. Safety Stock

Safety stock adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadi kekurangan bahan (stock out) (Sofyan Assauri, 2004:186). Tujuan safety stock adalah untuk meminimalkan terjadinya stock out dan mengurangi penambahan biaya penyimpanan dan biaya stock out total, biaya penyimpanan disini bertambah seiring dengan adanya penambahan yang berasal dari reorder point oleh karena adanya safety stock. Keuntungan adanya safety stock adalah pada saat jumlah permintaan mengalami lonjakan, maka persediaan pengaman dapat digunakan untuk menutup permintaan tersebut.

F. Titik Pemesanan Ulang (ROP)

ROP atau biasa disebut dengan batas atau titik jumlah pemesanan kembali termasuk permintaan yang diinginkan atau dibutuhkan selama masa tenggang, misalnya suatu tambahan atau ekstra stock.

G. Inventory Turn Over

Konsep yang berkaitan dan selalu digunakan oleh manajemen untuk memonitor tingkat persediaan. Inventory Turn Over termasuk kedalam pengukuran relative investasi. Perputaran persediaan merupakan angka yang menunjukkan kecepatan pergantian dalam periode tertentu, biasanya dalam waktu satu tahun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perhitungan melalui proses penarikan data dari riwayat data 5 bulan terakhir, yang diperoleh dari data perusahaan yang kemudian dianalisis. Data pemakaian sparepart dapat dilihat pada lampiran.

Berikut ini merupakan hasil penggunaan sparepart dalam aktivitas maintenance yang dilakukan rutin. Aktivitas maintenance dilakukan selama 24 jam kerja efektif, para pekerja memulai bekerja pukul 08.00-16.00 untuk Shift pagi (II), dan pukul 16.00-00.00 pada Shift sore (III) dan pukul 00.00-08.00 pada shift malam (I). Berikut ini adalah *data pemakaian sparepart* selama bulan September 2023-Januari 2024.

Tabel 1. Data Pemakaian Sparepart

	OIL ENGIN E	OIL TRANS MISI	OIL GARDA N	FUEL FILTER	WATER SEPARA TOR	LUBE FILTER	AIR FILTER	GREASE
HT-13	120ltr	-	-	6pcs	6pcs	2pcs	-	-
HT-14	120ltr	10ltr	-	6pcs	6pcs	2pcs	1pc	-
HT-15	140ltr	10ltr	25ltr	7pcs	7pcs	3pcs	2pcs	5kg
HT-17	80ltr	10ltr	25ltr	4pcs	4pcs	2pcs	2pcs	3kg
HT-18	120ltr	10ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	2pcs	3kg
HT-19	80ltr	-	-	4pcs	4pcs	2pcs	-	-
HT-20	140ltr	20ltr	25ltr	7pcs	7pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-21	120ltr	20ltr	-	6pcs	6pcs	3pcs	2pcs	3kg
HT-22	60ltr	-	-	3pcs	3pcs	1pc	-	3kg
HT-23	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-24	60ltr	10ltr	25ltr	3pcs	3pcs	1pc	2pcs	3kg
HT-25	80ltr	10ltr	-	4pcs	4pcs	2pcs	1pc	3kg
HT-26	60ltr	-	-	3pcs	3pcs	1pc	-	-
HT-27	80ltr	10ltr	25ltr	4pcs	4pcs	2pcs	2pcs	5kg
HT-28	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-29	140ltr	10ltr	25ltr	7pcs	7pcs	3pcs	2pcs	5kg
HT-30	80ltr	10ltr	25ltr	4pcs	4pcs	2pcs	2pcs	5kg
HT-31	100ltr	10ltr	-	5pcs	5pcs	2pcs	1pc	3kg
HT-32	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-33	100ltr	10ltr	25ltr	5pcs	5pcs	3pcs	2pcs	5kg
HT-34	140ltr	20ltr	25ltr	7pcs	7pcs	5pcs	3pcs	8kg
HT-35	60ltr	-	-	3pcs	3pcs	1pc	-	-
HT-36	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-37	80ltr	10ltr	25ltr	4pcs	4pcs	2pcs	2pcs	5kg
HT-38	100ltr	10ltr	25ltr	5pcs	5pcs	2pcs	2pcs	3kg
HT-39	100ltr	10ltr	25ltr	5pcs	5pcs	2pcs	2pcs	3kg
HT-40	140ltr	20ltr	25ltr	7pcs	7pcs	4pcs	3pcs	5kg
HT-41	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	4pcs	3pcs	3kg
HT-42	100ltr	10ltr	25ltr	5pcs	5pcs	3pcs	2pcs	-
HT-43	120ltr	20ltr	25ltr	6pcs	6pcs	3pcs	3pcs	5kg
HT-44	80ltr	10ltr	25ltr	4pcs	4pcs	2pcs	2pcs	3kg
TOTAL	3200ltr	360ltr	550ltr	160pcs	160pcs	77pcs	58pcs	106kg

Dalam penggunaan sparepart pada perusahaan PT. Berkah Industri Mesin Angkat terdapat 8 jenis sparepart dengan 31 unit HeadTruck GIGA yang beroperasi di Terminal Berlian.

A. Pengolahan Data Penggunaan Sparepart dengan MTTF

Berikut ini merupakan hasil penggunaan data sparepart dengan menggunakan prinsip MTTF.

- *Perhitungan MTTF*

$$\text{MTTF} = \text{total jam operasi} / \text{jumlah total kegagalan}$$

Tabel 2. Perhitungan MTTF

1	HT-13	24/09/2023	16/10/2023 (LF)	05/11/2023 27/11/2023 (LF)	22/12/2023	11/01/2024
---	-------	------------	--------------------	----------------------------------	------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF, WS, OE} &= (528 + 480 + 528 + 600 + 480) : 5 \\ &= 523 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{LF} = 1128 \text{ jam}$$

2	HT-14	09/09/2023	06/10/2023 (LF) 21/10/2023	13/11/2023 (LF, AF, OT)	01/12/2023 28/12/2023	-
---	-------	------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF, WS, OE} &= (648 + 360 + 552 + 432 + 648) : 5 \\ &= 528 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{LF} = 1152 \text{ jam}$$

3	HT-15	03/09/2023 23/09/2023 (LF)	10/10/2023	01/11/2023 (LF, AF, OT, OG, G) 21/11/2023	17/12/2023 (LF, G)	07/01/2024
---	-------	----------------------------------	------------	---	-----------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF, WS, OE} &= (480 + 408 + 528 + 480 + 624 + 504) : 6 \\ &= 504 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LF, G} &= (936 + 1104) : 2 \\ &= 1020 \text{ jam} \end{aligned}$$

4	HT-17	-	04/10/2023 15/10/2023 (LF)	-	02/12/2023	16/01/2024 (LF, AF, OT, O, G, G)
---	-------	---	----------------------------------	---	------------	-------------------------------------

$$\begin{aligned} \text{FF, WS, OE} &= (264 + 1152 + 1080) : 3 \\ &= 832 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{LF} = 2208 \text{ jam}$$

5	HT-18	-	02/10/2023 (LF)	15/11/2023 (LF,AF,OT,OG, G)	06/12/2023 27/12/2023	21/01/2024 (LF)
---	-------	---	--------------------	-----------------------------------	--------------------------	--------------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (480 + 576 + 504 + 504 + 600) : 5 \\ &= 532 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1056 + 1608) : 2 \\ &= 1332 \text{ jam} \end{aligned}$$

6	HT-19	19/09/2023	12/10/2023 (LF)	03/11/2023	-	03/01/2024 (LF)
---	-------	------------	--------------------	------------	---	--------------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (552 + 528 + 1464) : 3 \\ &= 848 \text{ jam} \\ \text{LF} &= 1992 \text{ jam} \end{aligned}$$

7	HT-20	20/09/2023	16/10/2023 (LF,AF,OT)	04/11/2023 19/11/2023 (LF)	17/12/2023	05/01/2024 (LF,AF,OT,O G,G) 24/01/2024
---	-------	------------	--------------------------	----------------------------------	------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (624 + 456 + 360 + 672 + 456 + 456) : 6 \\ &= 504 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (816 + 1128) : 2 \\ &= 972 \text{ jam} \\ \text{AF,OT} &= 1944 \text{ jam} \end{aligned}$$

8	HT-21	21/09/2023	13/10/2023 (LF,AF,OT)	16/11/2023	08/12/2023 (LF,G)	03/01/2024 22/01/2024 (LF,AF,OT)
---	-------	------------	--------------------------	------------	----------------------	--

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (528 + 816 + 528 + 624 + 456) : 5 \\ &= 590 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1344 + 1080) : 2 \\ &= 1212 \text{ jam} \\ \text{AF, OT} &= 2424 \text{ jam} \end{aligned}$$

9	HT-22	-	01/10/2023	-	04/12/2023 (LF,G)	14/01/2024
---	-------	---	------------	---	----------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (1536 + 984) : 2 \\ &= 1260 \text{ jam} \end{aligned}$$

10	HT-23	13/09/2023 (LF,AF,OT,OG, G)	08/10/2023	03/11/2023 (LF)	13/12/2023 (LF,AF,OT)	12/01/2024
----	-------	-----------------------------------	------------	--------------------	--------------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (600 + 624 + 408 + 552 + 720) : 5 \\ &= 580 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1224 + 960) : 2 \\ &= 1092 \text{ jam} \\ \text{AF,OT} &= 2184 \text{ jam} \end{aligned}$$

11	HT-24	13/09/2023	30/10/2023 (LF,AF,OT,O G,G)	-	03/12/2023	-
----	-------	------------	-----------------------------------	---	------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (1128 + 816) : 2 \\ &= 972 \text{ jam} \end{aligned}$$

12	HT-25	-	-	16/11/2023 (LF,AF,OT)	10/12/2023 30/12/2023 (LF)	26/01/2024
----	-------	---	---	--------------------------	----------------------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (576 + 480 + 648) : 3 \\ &= 568 \text{ jam} \\ \text{LF} &= 1080 \text{ jam} \end{aligned}$$

13	HT-26	-	-	25/11/2023	31/12/2023 (LF)	20/01/2024
----	-------	---	---	------------	--------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (864 + 480) : 2 \\ &= 672 \text{ jam} \end{aligned}$$

14	HT-27	30/09/2023	31/10/2023 (LF)	19/11/2023	22/12/2023 (LF,AF,OT,OG, G)	-
----	-------	------------	--------------------	------------	-----------------------------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (744 + 456 + 792) : 3 \\ &= 664 \text{ jam} \\ \text{LF} &= 1248 \text{ jam} \end{aligned}$$

15	HT-28	20/09/2023 (LF,AF,OT)	25/10/2023	16/11/2023 (LF)	10/12/2023	04/01/2024 (LF,AF,OT,O G,G) 27/01/2024
----	-------	--------------------------	------------	--------------------	------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (840 + 528 + 576 + 600 + 552) : 5 \\ &= 619 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1368 + 1176) : 2 \\ &= 1272 \text{ jam} \\ \text{AF, OT} &= 2544 \text{ jam} \end{aligned}$$

16	HT-29	09/09/2023 29/09/2023 (LF,G)	19/10/2023	06/11/2023 (LF,AF,OT,OG, G) 29/11/2023	23/12/2023 (LF)	22/01/2024
----	-------	------------------------------------	------------	---	--------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (480 + 480 + 432 + 552 + 576 + 720) : 6 \\ &= 540 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (912 + 1128) : 2 \\ &= 1020 \text{ jam} \\ \text{G} &= 912 \text{ jam} \end{aligned}$$

17	HT-30	07/09/2023	20/10/2023 (LF,AF,OT,O G,G)	-	01/12/2023	19/01/2024 (LF,G)
----	-------	------------	-----------------------------------	---	------------	----------------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (1032 + 1008 + 1176) : 3 \\ &= 1072 \text{ jam} \\ \text{LF,G} &= 2184 \text{ jam} \end{aligned}$$

18	HT-31	17/09/2023	20/10/2023 (LF)	04/11/2023 29/11/2023 (LF,AF,OT)	30/12/2023	-
----	-------	------------	--------------------	--	------------	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (792 + 360 + 600 + 744) : 4 \\ &= 624 \text{ jam} \\ \text{LF} &= 960 \text{ jam} \end{aligned}$$

19	HT-32	15/09/2023 (LF,AF,OT,OG, G)	04/10/2023	08/11/2023 (LF)	07/12/2023	02/01/2024 (LF,AF,OT) 25/01/2024
----	-------	-----------------------------------	------------	--------------------	------------	--

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (456 + 840 + 696 + 624 + 552) : 5 \\ &= 633 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1296 + 1320) : 2 \\ &= 1308 \text{ jam} \\ \text{AF,OT} &= 2616 \text{ jam} \end{aligned}$$

20	HT-33	04/09/2023 (LF,G) 23/09/2023	19/10/2023 (LF,AF,OT,O G,G)	07/11/2023 28/11/2023 (LF)	-	-
----	-------	------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---	---

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (456 + 624 + 456 + 504) : 4 \\ &= 510 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1080 + 960) : 2 \\ &= 1020 \text{ jam} \\ \text{G} &= 1080 \text{ jam} \end{aligned}$$

21	HT-34	01/09/2023 (LF,AF,OT,OG, G) 25/09/2023	17/10/2023 (LF,G)	09/11/2023 (LF) 30/11/2023 (LF,AF,OT)	23/12/2023	26/01/2024 (LF,G)
----	-------	---	----------------------	--	------------	----------------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (576 + 528 + 552 + 504 + 552 + 816) : 6 \\ &= 588 \text{ jam} \\ \text{LF} &= (1104 + 552 + 504 + 1368) : 5 \\ &= 705 \text{ jam} \\ \text{AF,OT} &= 2160 \text{ jam} \\ \text{G} &= (1104 + 2424) : 2 \\ &= 1764 \text{ jam} \end{aligned}$$

22	HT-35	-	02/10/2023	-	03/12/2023 (LF)	13/01/2024
----	-------	---	------------	---	--------------------	------------

$$\begin{aligned} \text{FF,WS,OE} &= (1488 + 984) : 2 \\ &= 1236 \text{ jam} \end{aligned}$$

23	HT-36	-	11/10/2023 (LF,AF,OT) 29/10/2023	17/11/2023 (LF,G)	07/12/2023 29/12/2023 (LF,AF,OT,OG, G)	18/01/2024
----	-------	---	--	----------------------	---	------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (432 + 456 + 480 + 528 + 480) : 5 \\
 &= 475 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= (888 + 1008) : 2 \\
 &= 948 \text{ jam} \\
 \text{AF,OT} &= 1896 \text{ jam} \\
 \text{G} &= 1008 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

24	HT-37	16/09/2023	26/10/2023 (LF,AF,OT,O G,G)	26/11/2023	-	15/01/2024 (LF,G)
----	-------	------------	-----------------------------------	------------	---	----------------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (960 + 744 + 1200) : 3 \\
 &= 968 \text{ jam} \\
 \text{LF,G} &= 1944 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

25	HT-38	16/09/2023	26/10/2023 (LF)	14/11/2023	11/12/2023 (LF,AF,OT,O,G, G)	07/01/2024
----	-------	------------	--------------------	------------	------------------------------------	------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (960 + 456 + 648 + 648) : 4 \\
 &= 678 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= 1104 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

26	HT-39	30/09/2023	30/10/2023 (LF)	22/11/2023	21/12/2023 (LF,AF,OT,O,G, G)	17/01/2024
----	-------	------------	--------------------	------------	------------------------------------	------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (720 + 552 + 696 + 648) : 4 \\
 &= 654 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= 1248 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

27	HT-40	17/09/2023 (LF)	06/10/2023 22/10/2023 (LF,AF,OT,G)	11/11/2023	08/12/2023 (LF) 24/12/2023	18/01/2024 (LF,AF,OT,O G,G)
----	-------	--------------------	--	------------	----------------------------------	-----------------------------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (456 + 384 + 480 + 648 + 384 + 600) : 6 \\
 &= 492 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= (840 + 1128 + 984) : 3 \\
 &= 984 \\
 \text{AF,OT,G} &= 2112 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

28	HT-41	19/09/2023 (LF,AF,OT,OG)	09/10/2023	06/11/2023 (LF) 27/11/2023	26/12/2023 (LF,AF,OT,G)	21/01/2024 (LF)
----	-------	-----------------------------	------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (480 + 672 + 504 + 696 + 624) : 5 \\
 &= 595 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= (1152 + 1200 + 624) : 3 \\
 &= 992 \text{ jam} \\
 \text{AF,OT,G} &= 2352 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

29	HT-42	18/09/2023 (LF)	27/10/2023	14/11/2023 (LF,AF,OT,OG)	16/12/2023	15/01/2024 (LF)
----	-------	--------------------	------------	-----------------------------	------------	--------------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (936 + 672 + 768 + 720) : 4 \\
 &= 774 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= (1368 + 1488) : 2 \\
 &= 1428 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

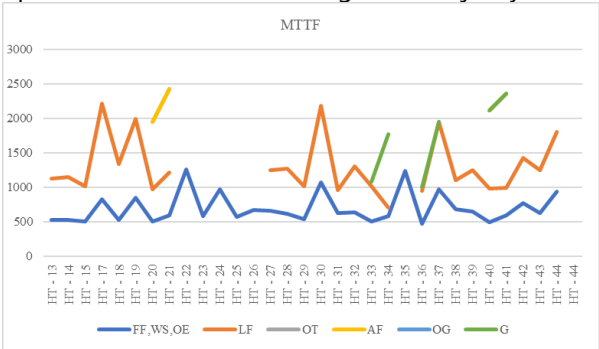
30	HT-43	21/09/2023 (LF,AF,OT,G)	23/10/2023	13/11/2023 (LF)	08/12/2023	03/01/2024 (LF,AF,OT,O G,G) 29/01/2024
----	-------	----------------------------	------------	--------------------	------------	---

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (768 + 504 + 600 + 624 + 624) : 5 \\
 &= 624 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= (1272 + 1224) : 2 \\
 &= 1248 \text{ jam} \\
 \text{AF,OT,G} &= 2496 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

31	HT-44	18/09/2023 (LF,AF,OT,OG)	24/10/2023	-	02/12/2023 (LF,G)	13/01/2024
----	-------	-----------------------------	------------	---	----------------------	------------

$$\begin{aligned}
 \text{FF,WS,OE} &= (864 + 936 + 1008) : 3 \\
 &= 936 \text{ jam} \\
 \text{LF} &= 1800 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan data seperti pada tabel diatas, maka langkah selanjutnya adalah membuat grafik MTTF



Gbr. 1. Grafik MTTF berdasarkan waktu maintenance

Tabel 3. Perhitungan rata-rata MTTF

	OIL ENGIN E	OIL TRANSM ISI	OIL GARD AN	FUEL FILTER	WATER SEPARA TOR	LUBE FILTER	AIR FILTER	GREASE
Nilai	21.595	22.728	-	21.595	21.595	34.601	22.728	16.872
696		2.272	-	696	696	1.281	2.272	1.687

Dalam penggunaan sparepart pada perusahaan PT. Berkah Industri Mesin Angkat terdapat 8 jenis sparepart dengan 31 unit HeadTruck GIGA yang beroperasi di Terminal Berlian selama bulan September 2023- Januari 2024 di dapatkan nilai rata-rata MTTF tiap sparepart seperti table 3.3 . Untuk (OE) Oil Engine sebesar 696 jam, (OT) Oil Transmisi sebesar 2.272 jam, (FF) Fuel Filter sebesar 696 jam, (WS) Water Separator sebesar 696 jam, (LF) Lube Filter sebesar 1.281 jam, (AF) Air Filter sebesar 2.272 jam, (G) Grease sebesar 1.687 jam. Disini (OG) Oil Gardan belum memiliki nilai MTTF dikarenakan periode nya hanya 5 bulan

B. Biaya Pesan (Ordering Cost)

Biaya persediaan meliputi biaya administrasi pemesanan, biaya telepon, pengeluaran surat menyurat, biaya pengepakan dan penimbangan dan biaya pengiriman ke gudang. Biaya pemesanan oleh departemen procurement diperhitungkan berdasarkan total biaya yang dikeluarkan untuk departemen procurement dalam 5 bulan dibagi dengan jumlah PO dalam satu bulan sehingga diperoleh nilai biaya pemesanan setiap kali pesan. Rekapitulasi biaya pemesanan terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Pesa

Bulan	Total Biaya Warehouse	Total Inventory Value	% Holding Cost
September	2.486.862.345	76.403.113.015	3,25%
Oktober	2.912.499.501	81.206.014.343	3,59%
November	3.843.479.024	101.032.417.409	3,80%
Desember	5.414.141.409	100.438.374.174	5,39%
Januari	3.475.242.229	89.289.095.396	3,89%
Rata-rata	3.626.444.902	89.673.802.867	4,04%

JENIS SPAREPART		HARGA
Fuel Filter I8-998162 897-A		Rp 92.000,00
Water Separator I8-98092 481-A		Rp 115.000,00
Oil Engine Meditrax SX Plus 15W-40 Drum 209 Ltr		Rp 7.500.000,00
Lube Filter I8-94396 375-4		Rp 130.000,00
Air Filter GIGA FVZ 8-98071-423-A		Rp 420.000,00
Oil Transmisi Spirax S2 A 85W-140 Drum 209 Ltr		Rp 10.500.000,00
Grease Gadus S2 V 220-2 Drum 180kg		Rp 15.400.000,00
Oil Gardan Spirax S2 A 85W-140 Drum 209 Ltr		Rp 10.500.000,00

	OIL ENGIN E	OIL TRANS MISI	OIL GARDAN	FUEL FILTER	WATER SEPARA TOR	LUBE FILTER	AIR FILTER	GREASE
TOTAL	3220ltr	360ltr	550ltr	161pcs	161pcs	76pcs	58pcs	106k

	OIL ENGIN E	OIL TRANS MISI	OIL GARDAN	FUEL FILTER	WATER SEPARA TOR	LUBE FILTER	AIR FILTER	GREASE
September	560ltr	70ltr	125ltr	28pcs	28pcs	12pcs	12pcs	18k
Oktober	680ltr	80ltr	100ltr	34pcs	34pcs	18pcs	12pcs	16k
November	680ltr	80ltr	100ltr	34pcs	34pcs	17pcs	12pcs	19k
Desember	680ltr	60ltr	100ltr	34pcs	34pcs	15pcs	10pcs	26k
Januari	620ltr	70ltr	125ltr	31pcs	31pcs	14pcs	12pcs	27k
Rata-rata	644ltr	72ltr	110ltr	32,2pcs	32,2pcs	15,2pcs	11,2pcs	21,2k
Standar	48ltr	7,48ltr	12,24ltr	2,4pcs	2,4pcs	2,13pcs	0,89pcs	9,93k

C. Biaya Simpan (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan adalah biaya yang berkaitan dengan penyimpanan persediaan di dalam gudang. Biaya penyimpanan diperhitungkan sebagai persentase biaya yang dikeluarkan untuk gudang dari total inventory value yang sudah ditetapkan. Kemudian persentase holding cost dikalikan dengan biaya per unit sehingga didapatkan biaya penyimpanan yang digunakan untuk setiap barang yang ada di gudang. Rekapitulasi biaya penyimpanan terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Penyimpanan

Bulan	Total Biaya Procurement	Jumlah PO	Ordering Cost /PO
September	43.828.195	853	51.381
Oktober	49.231.700	974	50.545
November	47.895.365	976	49.073
Desember	47.839.510	959	49.884
Januari	47.632.290	930	51.217
Rata-rata	47.285.412	938	50.420

Berdasarkan hasil pengolahan data pengelompokan jenis sparepart yang diprioritaskan dengan Metode ABC pada Workshop Warehouse site Berlian PT. Berkah Industri Mesin Anglat dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Pengelompokan Jenis Sparepart dengan Metode ABC

No.	Spareparts	Volume Penggunaan Sparepart	Harga/unit	Total harga	Persentase Nilai Kumulatif Sparepart	Akumulasi	Kelas
1	Oil Engine Meditran SX Plus 15W-40	3.220ltr	Rp 35.885	Rp 115.549.700	49%	70%	A
2	Oil Gardan Spirax S2 A 85W-140	550ltr	Rp 50.239	Rp 27.631.450	11%		
3	Air Filter GIGA FVZ 8-98071-423-A	58pcs	Rp 420.000	Rp 24.360.000	10%		
4	Water Separator I8-98092 481-A	161pcs	Rp 115.000	Rp 18.515.000	8%	22%	B
5	Oil Transmisi Spirax S2 A 85W-140	360ltr	Rp 50.239	Rp 18.086.040	8%		
6	Fuel Filter I8-998162 897-A	161pcs	Rp 92.000	Rp 14.812.000	6%		
7	Lube Filter I8-94396 375-4	76pcs	Rp 130.000	Rp 9.880.000	4%	8%	C
8	Grease Gadus S2 V 220-2	106kg	Rp 85.555	Rp 9.068.830	4%		
JUMLAH		4.692		Rp 237.903.020	100%	100%	

Dari tabel diatas hasil analisis ABC sesuai dengan grafik dan tetapan persentase ABC. Dimana sparepart Dengan metode ABC diperoleh jenis-jenis sparepart yang harus diprioritaskan yaitu sparepart dengan kategori A dengan item sparepart Oil Engine Meditran SX Plus 15W-40 sebesar 49% dan pada item sparepart Oil Gardan Spirax S2 A 85W-140 sebesar 11% dan pada item sparepart Air Filter GIGA FVZ 8-98071-423-A sebesar 10% atau sebanyak volume penggunaan sparepart sebesar 3.828 jenis sparepart dari jumlah total sparepart (4.692 jenis). Selain itu kategori A memiliki persentase nilai kumulatif sebanyak 70% atau sejumlah Rp 167.541.150 dari jumlah total biaya persediaan sparepart sebesar Rp 237.903.020

Untuk kategori B item sparepart Water Separator I8-98092 481-A sebesar 8% dan pada item sparepart Oil Transmisi Spirax S2 A 85W-140 sebesar 8% dan pada item sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A sebesar 6% atau sebanyak volume penggunaan sparepart sebesar 682 jenis sparepart dari jumlah total sparepart (4.692 jenis).

Selain itu kategori B memiliki persentase nilai kumulatif sebanyak 22% atau sejumlah Rp 51.413.040 dari jumlah total biaya persediaan sparepart sebesar Rp 237.903.020

Sedangkan untuk kategori C item sparepart Lube Filter I8-94396 375-4 sebesar 4% dan pada item sparepart Grease Gadus S2 V 220-2 sebesar 4% atau sebanyak volume penggunaan sparepart sebesar 182 jenis sparepart dari jumlah total sparepart (4.692 jenis). Selain itu kategori C memiliki persentase nilai kumulatif sebanyak 8% atau sejumlah Rp 18.948.830 dari jumlah total biaya persediaan sparepart sebesar Rp 237.903.020

Dalam perhitungan persediaan dengan metode EOQ akan dihitung jumlah pembelian yang optimal, jumlah safety stock, jumlah reorder point sparepart dan jumlah maksimal penyimpanan.

1. Perhitungan EOQ

Perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan kuantitas yang optimal dengan meminimumkan biaya persediaan perusahaan (Baihaqi & Rosyada, 2019). Pengolahan data EOQ dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times S \times D}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times S \times D}{I \times C}}$$

Dimana:

EOQ = Jumlah pembelian optimal

H = Biaya penyimpanan = I x C (Rp)

S = Biaya pemesanan

I = Biaya penyimpanan %

D = Jumlah kuantitas yang dibutuhkan

C = Harga pembelian per unit

Untuk biaya pemesanan dan biaya penyimpanan atau holding cost sesuai yang sudah diketahui pada Tabel 1 dan Tabel 2 biaya-biaya sebagai berikut:

Biaya pemesanan (S) = 50.420

Biaya penyimpanan (I) = 4.04%

EOQ = 27

Untuk frekuensi pemesanan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$F = D / Q$$

Dimana :

D = Jumlah Permintaan

Q = Kuantitas Pemesanan

Sebagai contoh perhitungan frekuensi pemesanan dari sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A adalah sebagai berikut:

a) Sebelum Optimasi

$$F = 161 / 28 = 5,75 \approx 6$$

b) Sesudah Optimasi

$$F = 161 / 27 = 5,96 \approx 6$$

2. Perhitungan Safety stock

Safety stock adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi adanya ketidakpastian permintaan dan kekurangan sparepart (Sofiyannurriyanti, 2017). Dihitung dengan rumus :

$$Sdl = Sd \times \sqrt{l}$$

$$SS = Sdl \times Z$$

Dimana:

SS = Safety Stock

l = Lead time

Sd = Standar deviasi permintaan

Z = Service Factor

Sdl = Standar deviasi permintaan lead time konstan

Penentuan rumus dikarenakan asumsi kebutuhan sparepart bervariasi tiap periodenya dan nilai lead time dianggap konstan. Data yang digunakan harus ditentukan berdasarkan periode yang sama. Penarikan data pada penelitian ini diambil bulanan maka lead time pun ditetapkan dalam periode yang sama dalam satu bulan, dengan asumsi 22 hari kerja. Dan service level yang ditetapkan adalah 98% dengan nilai safety factor 2,0537 (Zharfan & Handayani, 2021).

Sebagai contoh perhitungan safety stock dari sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A dengan lead time 6 hari adalah sebagai berikut:

$$Sdl = Sd \times \sqrt{l} = 2,40 \times \sqrt{0,27} = 1,24$$

$$SS = Sdl \times Z = 1,24 \times 2,0537 = 2,5546588 \approx 3 \text{ unit}$$

3. Reorder point

Reorder point merupakan kapan waktu untuk dilakukan pemesanan kembali (Ramadhani & Nugroho W.P., 2022). Memiliki rumus perhitungan sebagai berikut:

$$ROP = (l \times D) + SS$$

Dimana:

ROP = Reorder point

D = Jumlah permintaan

l = Leadtime

SS = Safety stock

Sebagai contoh perhitungan reorder point dari sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A adalah sebagai berikut:

$$ROP = (l \times D) + SS = (0,27 \times 161) + 3$$

$$ROP = 43,47 + 3 = 46,47 \approx 46 \text{ unit}$$

4. Maximum Inventory

Maximum Inventory diperlukan oleh perusahaan agar jumlah persediaan yang ada di gudang tidak berlebihan sehingga tidak terjadi pemborosan modal kerja. Rumus yang digunakan untuk menghitung Maximum Inventory adalah sebagai berikut:

$$Max = EOQ + SS$$

Dimana:

EOQ = Jumlah pembelian optimal

SS = Safety stock

Sebagai contoh perhitungan max inventory dari sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A adalah sebagai berikut:

$$Max = EOQ + SS \quad Max = 27 + 3 = 30 \text{ unit}$$

5. Hasil Optimasi

Hasil optimasi total inventory cost adalah Total biaya persediaan adalah penjumlahan dari biaya pemesanan dan biaya penyimpanan (Rizal, et al., 2017). Biaya persediaan didasarkan pada biaya pembelian atau harga sparepart, biaya pemesanan, biaya pembelian dan kuantitas pembelian dengan rumus sebagai berikut:

$$Biaya \text{ Total } (TIC) = Biaya \text{ Pemesanan } + Biaya \text{ Penyimpanan}$$

$$Biaya \text{ Total } (TIC) = (S \times D/Q) + (H \times Q/2)$$

Dimana:

S = Biaya per pesanan

Q = Kuantitas pemesanan

D = Kuantitas penggunaan

H = Biaya penyimpanan

Sebagai contoh perhitungan TIC dari sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A adalah sebagai berikut:

a) Sebelum Optimasi

$$Biaya \text{ Total } (TIC)$$

$$= (50.420 \times 161/28) + ((4,04 \% \times 92.000) \times 28/2)$$

$$Biaya \text{ Total } (TIC) = 289.915 + 52.035 = 341.950$$

b) Sesudah Optimasi

$$Biaya \text{ Total } (TIC)$$

$$= (50.420 \times 161/27) + ((4,04 \% \times 92.000) \times 27/2)$$

$$Biaya \text{ Total } (TIC) = 300.503 + 50.177 = 350.680$$

c) Hasil (selisih)

$$\text{Selisih} = \text{Sebelum optimasi} - \text{Setelah Optimasi}$$

$$\text{Selisih} = 350.680 - 341.950 = -8.730$$

Tabel 7. Hasil Optimasi

I8-998162 897-A	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi	Selisih
Kuantitas Pembelian	28	27	1
Jumlah Pembelian	6	6	0
Safety Stock	-	3	3
Reorder Point	32	46	14
Maximum Inventory	-	30	30
Biaya Pesan	Rp 289.915	Rp 300.503	-Rp 10.588

Biaya Simpan	Rp 52.035	Rp 50.177	Rp 1.858
Biaya Total Persediaan	Rp 341.950	Rp 350.680	-Rp 8.730

Dari contoh perhitungan diatas untuk sparepart Fuel Filter I8-998162 897-A diperoleh jumlah untuk pembelian optimal 27 unit, jumlah safety stock 3 unit, jumlah reorder point 46 unit dan jumlah maximum inventory 30 unit untuk setelah optimasi. Sedangkan jumlah sebelum optimasi diketahui untuk pembelian 28 unit, jumlah safety stock tidak ada, jumlah reorder point 32 unit dan jumlah maximum inventory tidak ada. Untuk frekuensi pembelian adalah sama, hal tersebut terpengaruh dari jumlah permintaan dan kuantitas pesanan dari sparepart sebelum dan sesudah optimasi dan jumlah persediaan awal sparepart

Dan untuk hasil optimasi, biaya pemesanan lebih tinggi dari sebelum optimasi mempunyai selisih Rp.10.588, sedangkan biaya penyimpanan lebih rendah setelah optimasi mempunyai selisih Rp.1.858. Untuk selisih total biaya persediaan setelah optimasi lebih tinggi Rp.8.730

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penggunaan sparepart pada perusahaan PT. Berkah Industri Mesin Angkat terdapat 8 jenis sparepart dengan 31 unit HeadTruck GIGA yang beroperasi di Terminal Berlian selama bulan September 2023-Januari 2024 di dapatkan nilai rata-rata MTTF tiap sparepart. Untuk (OE) Oil Engine sebesar 696 jam, (OT) Oil Transmisi sebesar 2.272 jam, (FF) Fuel Filter sebesar 696 jam, (WS) Water Separator sebesar 696 jam, (LF) Lube Filter sebesar 1.281 jam, (AF) Air Filter sebesar 2.272 jam, (G) Grease sebesar 1.687 jam. Disini (OG) Oil Gardan belum memiliki nilai MTTF dikarenakan periode nya hanya 5 bulan

Dengan metode ABC diperoleh jenis-jenis sparepart yang harus diprioritaskan yaitu sparepart dengan kategori A dengan jumlah 3.828 item sparepart dengan nilai kumulatif Rp. 167.541.150 dan persentase nilai kumulatif sebesar 70%. Untuk kategori B terdapat jumlah 682 item dengan nilai kumulatif Rp. 51.413.040 dan persentase nilai kumulatif sebesar 22%. Sedangkan untuk kategori C terdapat jumlah 182 item dengan nilai kumulatif Rp. 18.498.830 dan persentase nilai kumulatif sebesar 8%.

5. REFERENCES

- Aliscaputri, S. D. & S. W. (2018). Analisis Manajemen Persediaan Bahan Baku Dodol Picnic Dengan Pendekatan Metode Analisis ABC Dan Economic Order Quantity (EOQ). *Jurnal Wacana Ekonomi*, 17(2), pp. 101 -114.
- Adelia, N. M. J. & Mandala, K. (2021). Analisis Pengendalian Persediaan Suku Cadang (Sparepart) Pada Bengkel Piaggio Vespa Nusa Dua. *E-Jurnal Manajemen*, X(9), pp. 866 - 886.
- Wignjsoebroto, S. (2003). *ERGONOMI: Studi Gerak dan Waktu / Sritomo Wignjsoebroto*. Guna Widya