

PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN HEIDELBERG SPEEDMASTER CD 102 TERHADAP PENGURANGAN COST OLI MESIN

*Muhammad Salman Al Farisi¹, Aje Muhamad Hertriyanto¹, Eflita Yohana², Mohammad Tauviqirrahman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: alfarisisalman389@gmail.com

Abstrak

PT. X merupakan yang tertua dari beberapa unit perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dan pengemasan, didukung dengan unit yang lain seperti pembuatan kertas, konversi, hologram, *engineering* dan *total security system* yang terintegrasi. Mesin cetak offset adalah salah satu peralatan utama pada proses produksi PT. X yang memiliki peranan penting dalam mencetak kemasan dalam jumlah yang banyak dan cepat. Sehingga pada mesin cetak offset akan terdapat faktor-faktor yang menyebabkan penurunan performa pada mesin offset, seperti lingkungan mesin yang kotor, setelan rol yang tidak sesuai, kebocoran oli, dan komponen yang aus. Oleh karena itu, pada mesin cetak offset perlu dilakukan *preventive maintenance* untuk menjaga performa mesin dalam kondisi optimal agar menghasilkan *output* dengan kualitas yang baik dan *lifetime* mesin yang maksimal. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan oli yang boros dan untuk mengurangi biaya penggunaan oli dengan metode *preventive maintenance*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mesin offset *Heidelberg Speedmaster CD 102* dilakukan *preventive maintenance* dengan cara pengecekan *adjusting roll*, *leakage*, *oil level*, dan *noise* yang dilakukan setiap hari. Dengan pengecekan tersebut mendapatkan hasil bahwa *output* yang dihasilkan menjadi lebih terjaga kualitasnya serta *lifetime* mesin yang meningkat. Peningkatan *lifetime* mesin ini dapat diketahui dengan adanya hasil semakin menurunnya penggunaan oli mesin dari 1182 liter menjadi 450 liter dan menurunnya biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin terutama pada oli. Biaya yang dikeluarkan untuk pemakaian oli pada bulan Agustus 2022 – Januari 2023 yaitu mengalami penurunan dari Rp. 82.129.000,- menjadi Rp. 31.275.000,-.

Kata kunci: *heidelberg speedmaster; lifetime; mesin offset; output; preventive maintenance*

Abstract

PT. X is the oldest of several company units engaged in printing and packaging, supported by other units such as paper making, converting, holograms, engineering, and an integrated total security system. The offset printing machine is one of the main equipment in the production process of PT. X which has an important role in printing packaging in large quantities and quickly. So that in the offset printing machine, there will be factors that cause a decrease in performance in the offset machine, such as a dirty machine environment, inappropriate roller settings, oil leaks, and worn components. Therefore, preventive maintenance is needed on the offset printing machine to maintain machine performance in optimal condition in order to produce output with good quality and maximum machine lifetime. The purpose of this study was to reduce wasteful oil usage and to reduce oil usage costs with the preventive maintenance method. The results of this study indicate that the Heidelberg Speedmaster CD 102 offset machine is carried out preventive maintenance by checking the adjusting roll, leakage, oil level, and noise which is carried out every day. With this check, the results show that the output produced is more maintained in quality and the machine's lifetime increases. The increase in engine lifetime can be seen from the results of decreasing engine oil usage from 1182 liters to 450 liters and decreasing costs incurred for engine maintenance, especially for oil. The costs incurred for oil usage in August 2022 - January 2023 decreased from IDR 82,129,000 to IDR 31,275,000.

Keywords: *heidelberg speedmaster; lifetime; offset machine; output; preventive maintenance*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri saat ini sangat melesat dengan pesat sehingga menyebabkan banyaknya perubahan dari berbagai sektor. Dari masa ke masa perkembangan industri terus mengalami peningkatan sehingga timbul istilah revolusi industri yang membuat perubahan besar pada sektor industri. Pada saat ini revolusi industri sendiri sudah mencapai ke tahap 4.0 dimana tahap industri sudah melewati 4 kali tahapan revolusi yang sudah mengubah jauh dari era sebelumnya [1]. Dengan perkembangan industri saat ini, salah satu faktor untuk menunjang keberhasilan oleh sebuah industri adalah

kelancaran proses produksinya. Oleh karena itu diperlukan aktivitas *maintenance* (perawatan) untuk pemeliharaan komponen-komponen yang ada pada mesin agar operasional dan *output* yang dihasilkan dapat maksimal [2].

Preventive Maintenance merupakan perawatan yang dilakukan secara teratur dan terjadwal. *Preventive maintenance* sangat tergantung pada waktu operasi yang tepat. Perawatan dini menyebabkan biaya lebih tinggi dan mengurangi *effectivitas* kinerja mesin tidak maksimal [3]. Mesin offset atau biasa disebut dengan mesin lithography yang ditemukan oleh Alois Senefelder mempunyai prinsip bahwa minyak dan air tidak bercampur. Hal ini dikarenakan pada proses cetak menggunakan pelat logam tipis yang dapat dilengkungkan pada silinder mesin cetak yang berputar [4]. Offset adalah metode pencetakan planografik, yang berarti area pencetakan dan area non-cetak berada pada bidang yang sama, dan media ditekan agar bersentuhan dengan seluruh permukaan [5]. Area gambar bersifat *oleofilik* (menerima tinta). Area non-gambar bersifat *hydrophilic* (menerima air). Ada 2 klasifikasi mesin cetak offset yaitu *sheet-fed* dan *web-fed offset*. *Sheet-fed* offset adalah mesin cetak yang mengumpukan dan mencetak pada lembaran kertas individual (atau media lain) menggunakan metode pencetakan litograf offset. Sedangkan *web-fed* offset adalah mesin press yang mencetak pada web yang berkelanjutan, dari kertas yang diumpukan dari roll dan dijalin melalui press. Meskipun prinsip pencetakan offset sama untuk keduanya, pemrosesan lembaran dan gulungan sangat berbeda. Prinsip dasar pencetakan adalah saling menolak minyak dan air. Pelat cetak terdiri dari bagian penerima air dan bagian penerima tinta. Gambar pencetakan itu sendiri dapat menerima tinta; bagian non-cetak dapat menerima air [6]. Dengan setiap putaran, pelat cetak terlebih dahulu melewati rol air, yang mengalirkan air ke area pelat yang tidak dicetak. Adanya air berarti area tersebut tidak dapat menerima tinta. Lalu pelat melewati rol tinta, yang mengaplikasikan tinta ke area tahan air pada pelat. Gambar bertinta dipindahkan dari pelat cetak ke silinder "blanket". Blanket terbuat dari karet dan memindahkan gambar ke kertas – siklus diulang dengan setiap putaran ke kertas baru [7]. Mesin cetak *sheet-fed* terdiri dari pengumpan (*feeder*), satu atau lebih unit pencetakan, perangkat transfer untuk memindahkan kertas melalui mesin cetak, pengiriman (*delivery*), dan berbagai perangkat tambahan (seperti konsol kontrol). [8]. *Printing unit* dari mesin press litografi offset *sheet-fed* biasanya terdiri dari tiga silinder utama, sistem untuk merendam, dan memberi tinta pada pelat. Tiga silinder utama adalah *plate cylinder*, *blanket cylinder*, *impression cylinder*. *Delivery unit*, unit ini terdiri dari sejumlah *gripper bar* yang digunakan untuk mentransfer kertas cetak dari *gripper* silinder impresi ke papan tumpukan unit pengiriman (*delivery unit*). *Delivery unit* adalah bagian di mana lembaran cetakan ditumpuk satu di atas yang lain.

Dalam suatu produksi, antara mesin satu dengan mesin yang lainnya saling berhubungan, apabila salah satu mesin mengalami kerusakan maka proses produksi akan berpengaruh, target produksi berkurang, dana untuk perbaikan kerusakan tinggi dan pada akhirnya perusahaan mengalami kerugian [9]. Kegiatan *maintenance* umumnya dianggap sebagai kegiatan pendukung dalam proses produksi. Padahal, kegiatan ini sangat penting karena berkontribusi langsung terhadap kelancaran proses produksi dan produktivitas. Selain itu, kondisi mesin yang baik juga akan mempengaruhi kualitas keluaran produk [10]. *Maintenance* merupakan salah satu bidang manajemen modern yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas mesin dan untuk mencapai produk yang berkualitas. Hal ini jelas meningkatkan efisiensi peralatan dan mengurangi biaya. Strategi *maintenance* peralatan pabrik sangat penting untuk efisiensi produksi. Menjadi sangat penting karena untuk mengurangi *downtime* sehingga dapat meningkatkan produktivitas setiap jenis peralatan tertentu [11]. Dengan perawatan yang sistematis memungkinkan untuk mencapai penghematan biaya, bahan-bahan, komponen, dan tenaga [12]. *Preventive Maintenance* secara alami dilakukan sebelum ada gangguan produksi dan kerusakan besar. Pemeliharaan ini dilakukan dalam interval yang telah ditentukan. *Preventive Maintenance* tidak hanya akan mencegah kerusakan, tetapi juga akan meningkatkan output, kualitas produk, dan isi mesin [13].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengurangi penggunaan oli mesin dan mengurangi biaya yang penggunaan oli mesin dengan metode *preventive maintenance*. Apabila terjadi *abnormality* pada mesin akan mengakibatkan *downtime* yang menghambat proses produksi. Maka, dalam penelitian ini dilakukan analisa *preventive maintenance* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* terhadap hasil *output* dan pengurangan biaya penggunaan oli.

2. Metodologi

Perancangan alat permeabilitas gas memerlukan beberapa alat ukur untuk mengukur tekanan aliran fluida dan mengukur volume aliran fluida untuk pengujian. Berikut adalah beberapa komponen yang digunakan untuk perancangan alat permeabilitas gas.

Penelitian ini menggunakan mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* sebagai media analisis. Analisis mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dan *preventive maintenance*. Metodologi *postpositivis* yang dipakai sebagai penelitian kualitatif meneliti keadaan dan gejala yang terjadi secara alami dengan menggunakan peneliti sebagai instrumen utama dan dilakukan pengamatan sebagai analisa data [14].

Mesin cetak offset *Heidelberg Speedmaster CD 102* merupakan mesin cetak offset jenis *sheet-fed*. Mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* yang terdapat pada PT. X merupakan mesin cetak *sheet-fed* dengan konfigurasi *multicolor sheet-fed press* dan jenis mesin press yaitu *inline press*. Mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* berfungsi sebagai mesin untuk mencetak produk kemasan yang dimana menjadi produk utama pada perusahaan.

Mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* adalah mesin cetak lurus universal untuk pencetakan komersial, pengemasan, dan label. Dilengkapi dengan teknologi inovatif, mesin ini memberikan pemrosesan yang fleksibel untuk berbagai macam pekerjaan dan material dengan fleksibilitas maksimum. Efisiensi dan efektivitas biayanya sangat

mengesankan. *Speedmaster CD 102* mencapai kualitas cetak yang tinggi secara konstan dengan kecepatan hingga 15.000 lembar per jam [15]. Spesifikasi *Heidelberg Speedmaster CD 102* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesification Heidelberg Speedmaster CD 102

Printing stock	
Max. sheet size	720 mm × 1020 mm (28.35 in × 40.16 in)
Min. sheet size	340 mm × 480 mm (13.39 in × 18.90 in)
Max. print format	710 mm × 1020 mm (27.95 in × 40.16 in)
Thickness	0.03 mm – 1.00 mm (0.0012 in – 0.039 in)
Gripper margin Thickness printing stock	
< 0.8 mm (0.00315 in)	10 mm – 12 mm (0.39 in – 0.47 in)
> 0.8 mm (0.00315 in)	11 mm – 12 mm (0.43 in – 0.47 in)
Printing output	
Maximum Plate cylinder	15000 sph
Cylinder undercut	0.12 mm (0.0047 in)
Distance from lead edge of plate to lead edge of print	43 mm / 52 mm (1.69 in / 2.05 in)
Plates	
Length × width	790 mm × 1030 mm (31.10 in × 40.55 in)
Thickness	0.20 mm – 0.30 mm (0.0079 in – 0.012 in)
Blanket cylinder	
Length × width Blanket (metal-barred)	840 mm × 1052 mm (33.07 in × 41.42 in)
Blanket thickness	1.95 mm (0.077 in)
Cylinder undercut	2.30 mm (0.091 in)
Length × width Packing sheet	735 mm × 1030 mm (28.94 in × 40.55 in)

Data primer dan sekunder dari perusahaan digunakan dalam penelitian ini sebagai sumber data. Data primer adalah informasi yang diterima bisnis dalam bentuk standar tetapi perlu diproses lebih lanjut. Penjelasan tentang prosedur pemeliharaan perusahaan dari kepala departemen layanan merupakan jenis data primer ini. Sedangkan data sekunder adalah informasi dan data yang diberikan perusahaan dalam bentuk aslinya. Jenis data tersebut meliputi struktur organisasi perusahaan, data biaya pemeliharaan dan data penggunaan oli mesin. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisa *preventive maintenance*. *Preventive Maintenance* dilakukan sebelum ada gangguan produksi dan kerusakan besar. Pemeliharaan ini dilakukan dalam interval yang telah ditentukan. *Preventive Maintenance* tidak hanya akan mencegah kerusakan, tetapi juga akan meningkatkan output, kualitas produk, dan isi mesin.

Rumus untuk menghitung keefektifan *preventive maintenance* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102*:

$$\text{Oil Use (\%)} = \frac{\text{Penggunaan Oli Sesudah Preventive Maintenance}}{\text{Penggunaan Oli Sebelum Preventive Maintenance}} \times 100\%$$

$$\text{Efektivitas Biaya (\%)} = \frac{\text{Biaya Sesudah Preventive Maintenance}}{\text{Biaya Oli Sebelum Preventive Maintenance}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

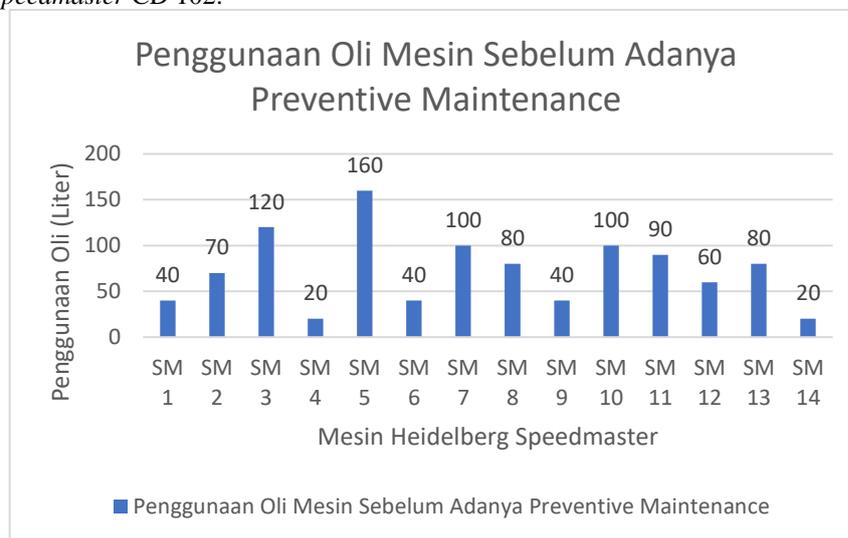
Hal pertama yang dilakukan pada metode analisa *preventive maintenance* kali ini adalah mencari apa saja hal yang membuat mesin mengalami kerusakan dan mengakibatkan *downtime* yang lama sehingga menghambat produksi. Dari 14 mesin yang diamati hal pertama yang perlu dilakukan untuk mencegah adanya *downtime* mesin yaitu memeriksa atau mengkalibrasi *dampening roll*. Kalibrasi yang dilakukan pada *preventive maintenance* kali ini yaitu dengan *adjusting roll*. *Adjusting roll* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* adalah proses kalibrasi posisi rol pada mesin. Rol pada

mesin offset digunakan untuk memindahkan tinta dari komponen mesin ke media cetak. Pengecekan *adjusting roll* pada mesin offset *Heidelberg Speedmaster CD 102* sangat penting untuk memastikan hasil cetak yang optimal yang sesuai dengan standart dan dengan kalibrasi ini mesin cetak akan lebih mudah untuk mencapai kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu dengan adanya kalibrasi pada mesin cetak akan dapat mengurangi banyaknya kecacatan pada hasil produksi yang nantinya dapat juga mengurangi biaya produksi [16]. Pengecekan ini dilakukan setiap hari saat proses produksi mulai.

Preventive maintenance yang kedua adalah pemeriksaan *noise* dan *oil level*. *Noise* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* merupakan suara yang tidak wajar atau tidak teratur yang terdengar saat mesin beroperasi. Biasanya, *noise* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, pemakaian mesin yang tidak sesuai, atau komponen mesin yang tidak sesuai atau aus. Keberadaan *noise* yang berlebihan pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* dapat menunjukkan masalah pada mesin dan memerlukan pemeliharaan atau perbaikan untuk memastikan kinerja mesin yang optimal [9]. Maka dari itu tim *preventive maintenance* selalu melakukan pengecekan setiap hari untuk mengindikasikan jika ada *noise* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102*. Adapun titik pelumasan yang wajib dilakukan untuk mengurangi *noise* yaitu bagian gardan penggerak *feeder*, rantai *transport feeder*, *nipple* roda roll *vanbelt*, stang jurnal box, gigi-gigi jurnal box, *bearing ass roll*, *gripper cylinder impression*, *camp follower / centrix*, rantai *delivery*, *nipple*, dan bearing *gripper delivery*.

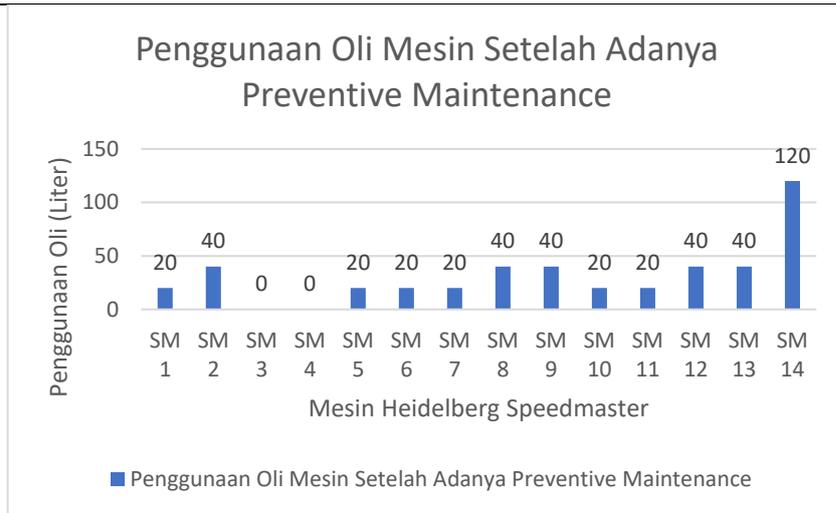
Oil level pada mesin offset *Heidelberg Speedmaster CD 102* adalah tingkat pelumas (oli) yang ada dalam sistem pelumas mesin. Oli mesin digunakan untuk melumasi komponen mesin dan membantu mencegah kerusakan akibat gesekan. Tingkat oli mesin harus selalu dalam kondisi yang tepat untuk memastikan kinerja mesin yang optimal dan memperpanjang masa pakai mesin. *Oil level* pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* dapat diperiksa melalui tangki minyak atau dengan menggunakan indikator pada mesin. Pengecekan *oil level* yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja mesin yang optimal dan mencegah kerusakan pada komponen mesin. Apabila level oli dibawah batas minimum maka harus ada penambahan oli [17].

Preventive maintenance selanjutnya adalah memeriksa adanya kebocoran oli pada mesin. *Leakage* atau kebocoran merupakan masalah serius pada mesin offset *Heidelberg Speedmaster CD 102*. Kebocoran oli dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin, menurunkan kinerja mesin, dan mempercepat kerusakan mesin [18]. Kebocoran oli juga dapat mempengaruhi kualitas cetak dan membuat lingkungan kerja tidak higienis. Oleh karena itu, penting untuk mengatasi kebocoran oli secara cepat dan melakukan pemeliharaan secara teratur untuk mencegah masalah kebocoran oli [19]. Setelah diteliti terdapat beberapa hal yang menyebabkan kebocoran oli pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* ini yaitu pada *seal oli* dan tekanan oli pada mesin. Hal tersebut membuat penggunaan oli pada mesin menjadi lebih boros [20]. Berikut data penggunaan oli sebelum adanya *preventive maintenance* yang dilakukan pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102*.



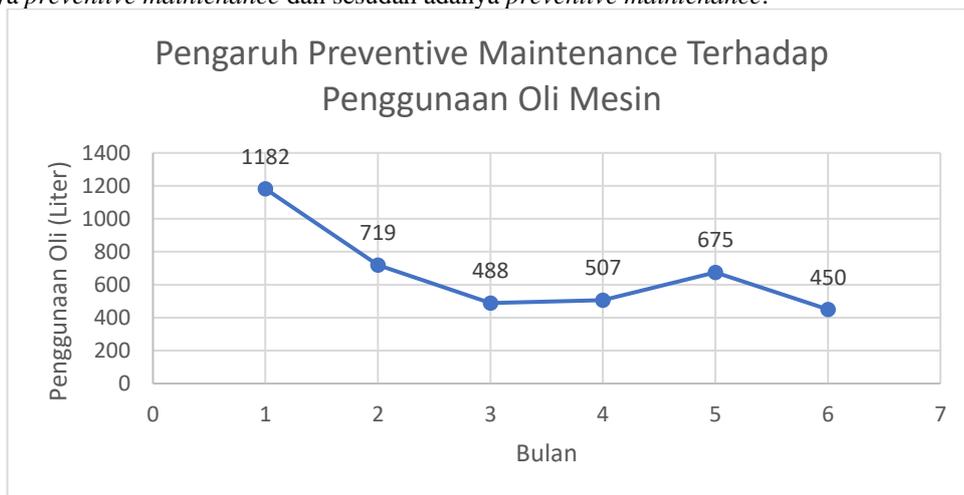
Gambar 1. Data pemakaian oli mesin sebelum adanya preventive maintenance

Berdasarkan data Gambar 1 diatas dapat dikatakan bahwa penggunaan oli mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* sebelum adanya *preventive maintenance* sangatlah berlebihan dan boros. Dari data tersebut PT. X menghabiskan biaya sebanyak Rp 82.149.000 untuk penggunaan oli saja. Oleh karena itu, perlu melakukan *preventive maintenance* untuk mengurangi biaya dan penggunaan oli. Maka didapatkan hasil penggunaan oli sebagai berikut.

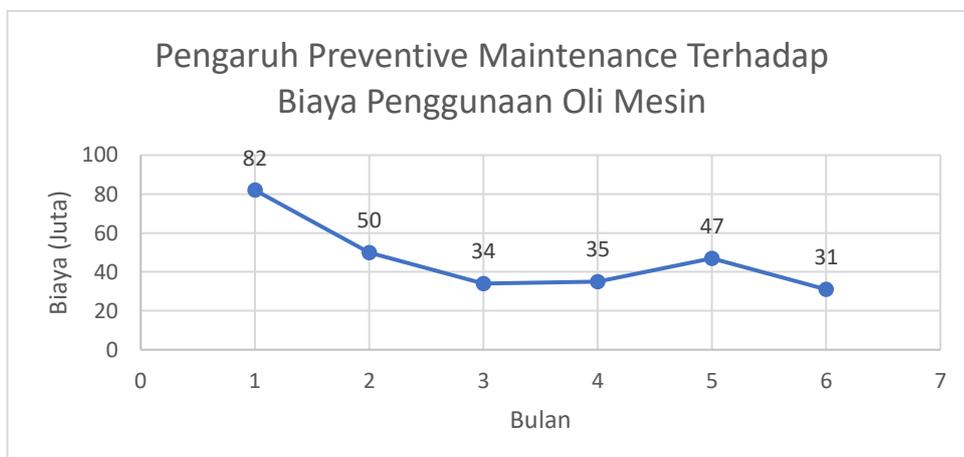


Gambar 2. Data pemakaian oli mesin setelah adanya preventive maintenance

Dari data Gambar 2 dapat dilihat bahwa setelah adanya *preventive maintenance* yang dilakukan pada mesin *Heidelberg Speedmaster* CD 102, penggunaan oli dapat berkurang secara signifikan dimana hal tersebut dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh PT. X menjadi Rp. 31.275.000. Namun, pada Gambar 2 pada mesin SM 14 terjadi kenaikan penggunaan oli karena adanya servis dan penggantian oli secara total. Berikut adalah perbandingan sebelum adanya *preventive maintenance* dan sesudah adanya *preventive maintenance*.



Gambar 3. Pengaruh preventive maintenance terhadap penggunaan oli mesin



Gambar 4. Biaya penggunaan oli

Hasil perhitungan penggunaan oli pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* sebelum dan sesudah *preventive maintenance* dapat dilihat pada Gambar 3. Diketahui setelah perhitungan *preventive maintenance* terdapat pengurangan biaya oli dari 1182 liter menjadi 450 atau sebesar 61,92%. Dan perhitungan biaya penggunaan oli pada mesin *Heidelberg Speedmaster CD 102* sebelum dan sesudah *preventive maintenance* dapat dilihat pada Gambar 4. Diketahui setelah perhitungan *preventive maintenance* terdapat penghematan biaya sebesar 62,19%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan penggunaan oli sebelum dan sesudah adanya *preventive maintenance* yaitu mengalami penurunan dari 1182 liter menjadi 450 liter hal itu menjadi sangat efektif dan dapat mengurangi biaya penggunaan oli dari Rp 82.149.000 menjadi Rp 31.275.000. Dari hasil tersebut penggunaan oli mesin mengalami penurunan sebesar 61,92% dan biaya penggunaan oli mesin mengalami penurunan sebesar 62,19%.

5. Daftar Pustaka

- [1] Zamri1 GS. Analisis Penerapan Preventive Maintenance Mesin Printing Di Pt. Abc. Comasie. 2020;3(3):21–30.
- [2] Hari R, Iriani I. Perencanaan Interval Perawatan Mesin Hd 102 Dengan Metode Realibility Centered Maintenance (Rcm) Ii Di Pt. Xyz. Juminten. 2020;1(1):96–103.
- [3] Broda E, Freitag M. Towards a priority rule to integrate maintenance operations into production schedules. IFAC-PapersOnLine. 2022;55(10):430–5.
- [4] Syllabus S. Offset Printing Technology. 4(1):88–100.
- [5] Draft Document Description of the Printing Processes Technical Annex1 10. 2022;(November).
- [6] Sappi. Sheefed and heatset web offset sappi The Printing Process , the sixth technical brochure from Sappi Idea Exchange.
- [7] Of T, Machines O. Unit III CLASSIFICATION OF PRINTING MACHINES.
- [8] Badriyah M. Alur Proses Cetak Offset Di STIKOM Design & Printing Center (SDPC). 2021;(July):1–7.
- [9] Rahman A. Total Productive Maintenance pada Mesin Cetak Offset Printing SM 102 ZP (Study Kasus di PT. XYZ). STRING (Satuan Tulisan Ris dan Inov Teknol. 2019;4(1):48.
- [10] L. Patiapon M. Maintenance Preventive Scheduling of Critical Components in Offset Printing Machine (Case Study : PT. XYZ). Tibuana. 2021;4(02):110–9.
- [11] Bălan E, Berculescu L, Răcheru RG, Pițigoi DV, Adăscălița L. Preventive maintenance features specific to offset printing machines. MATEC Web Conf. 2021;343:08012.
- [12] Enniful EK, Boakye-amponsah A, Lamptey B. Achieving Quality Printout through Preventive Maintenance Practices : Evidence from Alpha and Omega Press in the Kumasi Metropolis. Internantional J Innov Creat Chang. 2022;16(2):501–32.
- [13] Syllabus S. Printing Machinery Maintenance ‘ L ’ Scheme Syllabus.
- [14] Akbar F, Nurlaila N, Jannah N. Analisis Biaya Pemeliharaan Aktiva Tetap (Mesin) untuk Menjaga Kelancaran Produksi pada CV Rabbani Kota Medan. J Educ. 2023;5(2):1920–31.
- [15] Heidelberg. Technical information Speedmaster CX 102. 2020;
- [16] Cahyadi T, Susanto A, Riyono D. Control of Packaging Print Quality With an Integrated Production Flow System in Prepress. Kreator. 2021;2(1).
- [17] Asprilla G. Meningkatkan Kinerja Mesin Extrude Hydron Menggunakan Metode Preventive Maintenance. JTTM J Terap Tek Mesin. 2020;1(1):18–24.
- [18] Taufiqurrahman RH. Analisis Resiko Kegagalan Pemeliharaan Pada Mesin Pengolahan Briquette dengan Metode Failure Mode Effect Analiysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). 2022;33(1):1–12.
- [19] Pamungkas BA, Kunnaji J, Zakinura M. Analisa kebocoran oli hidraulik pada main cylinder hot press machine. 2018;642–53.
- [20] Mayangsari DF, Adianto H, Yuniati Y. ISOLATOR DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) *. 2015;03(2):81–91.