

Analisis Kegagalan Dini (*Premature Failure*) Seal O-Ring Pompa Hidrolik *Hand Pallet*

^{1*}Galih Prasetyo Hadi Paratama, ²Ah. Sulhan Fauzi

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Teknik Industri, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹galihprasetyohadip@gmail.com, ²sulhanfauzi@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Galih Prasetyo Hadi Paratama

Abstrak—Seal O ring merupakan komponen penting pada pompa hidrolik hand pallet yang berfungsi mencegah kebocoran fluida dan menjaga kestabilan tekanan sistem. Kerusakan seal O ring yang terjadi sebelum waktu penggantian dapat menyebabkan penurunan kinerja, kebocoran oli, dan gangguan operasional alat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan seal O ring pada pompa hidrolik hand pallet sebelum umur pakainya tercapai. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, inspeksi visual, dokumentasi kerusakan, dan analisis terhadap kondisi komponen yang mengalami kegagalan. Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa bentuk kerusakan, yaitu retak, keausan, sobek, dan deformasi. Kerusakan tersebut dipengaruhi oleh kontaminasi fluida hidrolik, tekanan kerja yang berlebihan, gesekan antara seal dan permukaan silinder, serta kurang optimalnya pemeliharaan preventif. Faktor-faktor tersebut mempercepat degradasi material seal sehingga umur pakainya menjadi lebih pendek dari yang direncanakan. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian kualitas fluida, pemantauan tekanan operasi, dan pemeliharaan berkala untuk meningkatkan keandalan sistem hidrolik hand pallet.

Kata Kunci—hand pallet, pompa hidrolik, seal O ring

Abstract—The O ring seal is a critical component in a hand pallet hydraulic pump, functioning to prevent hydraulic fluid leakage and maintain the stability of system pressure during operation. Damage to the O ring seal before its scheduled replacement period can result in reduced performance, oil leakage, decreased lifting efficiency, and disruption of equipment operation. This study aims to analyze the causes of O ring seal damage in hand pallet hydraulic pumps before the expected service life is reached. The research was conducted through field observations, visual inspections, damage documentation, and analysis of failed component conditions. The results revealed several forms of damage, including cracking, wear, tearing, and deformation. These failures were influenced by hydraulic fluid contamination, excessive operating pressure, friction between the seal and cylinder surface, material degradation, and inadequate preventive maintenance practices. These factors accelerate seal deterioration and shorten its service life. Therefore, fluid quality control, operating pressure monitoring, and regular maintenance are essential to improve the reliability and durability of hand pallet hydraulic systems.

Keywords— hand pallet, hydraulic pump, seal O ring

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri, pergudangan, dan distribusi barang menuntut penggunaan peralatan material *handling* yang memiliki kinerja optimal dan tingkat keandalan tinggi [1]. Salah satu alat yang banyak digunakan dalam proses pemindahan barang adalah *hand pallet* hidrolik.

Hand pallet bekerja menggunakan sistem hidrolik yang memanfaatkan tekanan fluida untuk menghasilkan gaya angkat [2]. Dalam sistem tersebut, pompa hidrolik memiliki peranan penting sebagai penghasil tekanan oli agar proses pengangkatan dapat berjalan dengan baik. Salah satu komponen utama pada pompa hidrolik adalah *seal O-ring* yang berfungsi sebagai perapat untuk mencegah terjadinya kebocoran fluida hidrolik [3]. Kondisi *seal O-ring* yang baik akan menjaga kestabilan tekanan dan efisiensi kerja sistem hidrolik. Sebaliknya, kerusakan pada *seal O-ring* dapat menyebabkan kebocoran oli, penurunan tekanan hidrolik, hingga menurunnya kemampuan kerja *hand pallet*. Penelitian menunjukkan bahwa kerusakan *seal* pada sistem hidrolik dapat dipengaruhi oleh tekanan kerja, gesekan, temperatur, serta kualitas material *seal* yang digunakan [4][5].

Pada kondisi normal *seal O-ring* memiliki umur pakai tertentu sesuai dengan spesifikasi material dan kondisi operasi. Namun dalam praktiknya, sering ditemukan kerusakan *seal O-ring* sebelum waktu penggantian yang telah ditentukan [6][7]. Kerusakan dini tersebut dapat menyebabkan meningkatnya biaya perawatan dan mengganggu proses operasional. Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan *seal O-ring* antara lain kontaminasi oli hidrolik, pemasangan yang kurang tepat, tekanan kerja yang berlebihan, serta permukaan komponen yang mengalami keausan [8]. Selain itu, kurangnya pemeriksaan dan perawatan berkala juga dapat mempercepat kerusakan pada komponen *seal* [9]. Penelitian tentang sistem hidrolik menyatakan bahwa kebocoran pada sistem hidrolik umumnya disebabkan oleh keausan *seal* akibat gesekan terus-menerus dan kualitas perawatan yang kurang optimal [10].

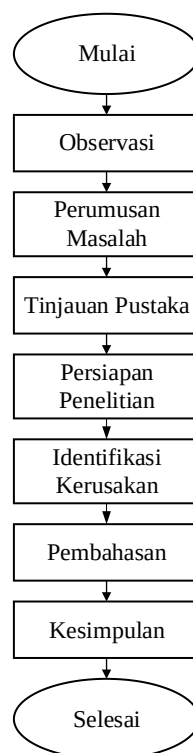
Kerusakan *seal O-ring* sebelum masa penggantian juga dapat menjadi indikasi adanya ketidaksesuaian antara kondisi kerja alat dengan kemampuan material *seal* yang digunakan [11]. Beban kerja yang tinggi dan penggunaan *hand pallet* secara terus-menerus dapat menyebabkan temperatur dan tekanan fluida meningkat sehingga mempercepat proses deformasi dan keretakan *seal* [12]. Selain itu, fluida hidrolik yang terkontaminasi partikel kotoran dapat menyebabkan abrasi pada permukaan *seal* sehingga mempercepat kebocoran [13]. Penelitian mengenai analisis kerusakan sistem hidrolik menjelaskan bahwa faktor kontaminasi fluida, tekanan berlebih, dan kurangnya *preventive maintenance* merupakan penyebab utama terjadinya kerusakan komponen hidrolik sebelum umur pakainya tercapai [14].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisa mengenai penyebab kerusakan *seal O-ring* pompa hidrolik *hand pallet* sebelum waktu penggantian. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan sehingga dapat dilakukan upaya perbaikan pada sistem perawatan maupun penggunaan alat. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan umur pakai *seal O-ring*, mengurangi frekuensi kerusakan, serta meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem hidrolik pada *hand pallet*. Oleh karena itu, penelitian dengan judul “Analisa Penyebab Kerusakan *Seal O-Ring* Pompa Hidrolik *Hand Pallet* Sebelum Waktu Penggantian” penting untuk dilakukan sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas perawatan dan performa alat material *handling* di lingkungan industri.

II. METODE

A. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan tahap dalam pelaksanaan penelitian untuk memperoleh data yang akurat dan relevan terkait kerusakan *seal O-ring* pada pompa hidrolik *hand pallet*. Melalui tahapan pengumpulan data, observasi lapangan, identifikasi kerusakan, serta analisis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi umur pakai komponen. Berdasarkan diagram alur penelitian yang ditunjukkan penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang tersusun secara sistematis untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun penjelasan setiap tahapan adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Keterangan:

1. Observasi

Penelitian diawali dengan tahap observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi pompa hidrolik *hand pallet* yang mengalami kerusakan *seal O-ring* sebelum mencapai waktu penggantian yang ditentukan. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai permasalahan yang terjadi di lapangan.

2. Perumusan Masalah

Selanjutnya dilakukan perumusan masalah, yaitu mengidentifikasi dan menetapkan permasalahan utama yang akan diteliti berdasarkan hasil observasi. Pada tahap ini ditentukan fokus penelitian mengenai faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan *seal O-ring* sebelum umur pakainya tercapai.

3. Tinjauan Pustaka

Tahap berikutnya adalah tinjauan pustaka, yang dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi berupa jurnal ilmiah, buku, standar teknis, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem hidrolik, *seal O-ring*, mekanisme kerusakan komponen, serta metode analisis kerusakan. Tinjauan pustaka berfungsi sebagai landasan teoritis dalam penelitian.

4. Persiapan Penelitian

Setelah memperoleh dasar teori yang memadai, dilakukan persiapan penelitian, meliputi penyiapan alat, bahan, instrumen penelitian, serta penyusunan prosedur pengumpulan dan analisis data yang akan digunakan selama penelitian berlangsung.

5. Identifikasi Kerusakan

Tahap ini bertujuan untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada *seal O-ring* serta mengidentifikasi faktor penyebabnya, seperti kontaminasi fluida, tekanan kerja yang berlebihan, kesalahan pemasangan, kualitas material, maupun kurang optimalnya kegiatan perawatan.

6. Pembahasan

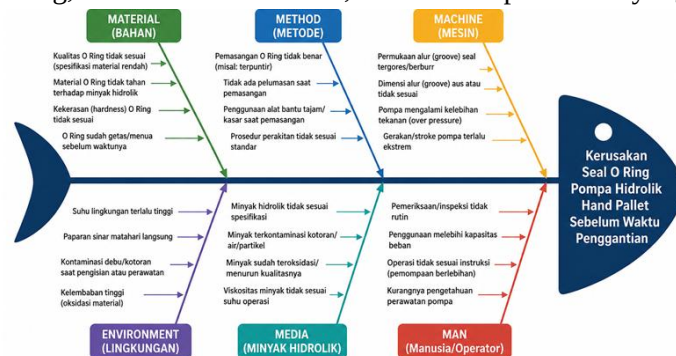
Hasil identifikasi selanjutnya dibahas pada tahap pembahasan, yaitu dengan menginterpretasikan data yang diperoleh dan menghubungkannya dengan teori serta hasil penelitian terdahulu. Tahap ini dilakukan untuk menjelaskan hubungan antara faktor penyebab dan mekanisme kerusakan yang terjadi pada *seal O-ring*.

7. Kesimpulan

Tahap terakhir adalah kesimpulan, yang berisi ringkasan hasil penelitian mengenai penyebab utama kerusakan seal O-ring pompa hidrolik *hand pallet* sebelum waktu penggantian. Kesimpulan juga menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan dan strategi pemeliharaan guna meningkatkan keandalan sistem hidrolik.

B. Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian Analisa Penyebab Kerusakan *Seal O-Ring* Pompa Hidrolik *Hand Pallet* Sebelum Waktu Penggantian adalah analisis dilakukan dengan mengolah data hasil observasi, dokumentasi, dan identifikasi kondisi komponen seal O-ring yang mengalami kerusakan. Data yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis kerusakan yang ditemukan, seperti retak, aus, sobek, deformasi, maupun pengerasan material. Selain itu, digunakan diagram sebab-akibat (fishbone diagram) untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama secara sistematis, serta dilakukan perhitungan persentase frekuensi kerusakan untuk menentukan faktor dominan yang paling berpengaruh terhadap kerusakan seal O-ring. Tahap analisis data dilakukan dengan mengidentifikasi bentuk kerusakan seal O ring, seperti keausan, sobekan, pengerasan, atau retakan, yang selanjutnya dikaitkan dengan kondisi operasi pompa, sifat material seal O ring, kondisi fluida hidrolik, serta sistem perawatan yang diterapkan.



Gambar 2. Diagram *Fishbone*

Gambar diagram *fishbone* tersebut menjelaskan berbagai faktor yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan *seal O ring* pada pompa hidrolik hand pallet sebelum waktu penggantian yang seharusnya. Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara sistematis sehingga dapat diketahui faktor dominan yang mempengaruhi kerusakan *seal O ring*. Penyebab kerusakan dikelompokkan ke dalam enam kategori utama yaitu material, metode, mesin, lingkungan, media (minyak hidrolik), dan manusia/operator.

1. Pada faktor material (bahan), kerusakan *seal O ring* dapat disebabkan oleh kualitas material yang tidak sesuai spesifikasi, material yang tidak tahan terhadap minyak hidrolik, tingkat kekerasan (*hardness*) yang tidak sesuai, serta kondisi *O ring* yang sudah getas atau mengalami penuaan sebelum masa pakainya habis. Kondisi tersebut menyebabkan elastisitas *seal* menurun sehingga mudah bocor dan rusak saat digunakan.
2. Pada faktor method (metode), kerusakan terjadi akibat proses pemasangan *O ring* yang tidak benar, misalnya *seal* terpuntir saat pemasangan. Selain itu, tidak adanya pelumasan saat pemasangan, penggunaan alat bantu yang tajam atau kasar, serta prosedur perakitan yang tidak sesuai standar juga dapat menyebabkan permukaan *seal* mengalami goresan dan kerusakan dini.
3. Faktor machine (mesin) berkaitan dengan kondisi komponen pompa hidrolik. Permukaan alur (*groove*) *seal* yang tergores atau kasar dapat merusak permukaan *O ring*. Dimensi alur yang aus atau tidak sesuai, tekanan pompa yang berlebihan (*over pressure*), serta gerakan stroke pompa yang terlalu ekstrem juga mempercepat kerusakan *seal* akibat gesekan dan tekanan berlebih.
4. Pada faktor environment (lingkungan), suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan material *seal* cepat mengeras dan kehilangan elastisitas. Paparan sinar matahari langsung, kontaminasi debu atau kotoran saat pengisian maupun perawatan, serta kelembaban tinggi juga dapat mempercepat proses oksidasi dan penurunan kualitas material *O ring*.
5. Faktor media (minyak hidrolik) menjadi salah satu penyebab penting karena minyak hidrolik berhubungan langsung dengan *seal O ring*. Penggunaan minyak yang tidak sesuai spesifikasi, minyak yang terkontaminasi kotoran, air, atau partikel lain, minyak yang sudah teroksidasi, serta viskositas minyak yang tidak sesuai suhu operasi dapat menyebabkan *seal* mengalami keausan dan kebocoran lebih cepat.
6. faktor man (manusia/operator), kerusakan dipengaruhi oleh kurangnya pemeriksaan dan inspeksi rutin, penggunaan hand pallet melebihi kapasitas beban, pengoperasian yang tidak sesuai instruksi seperti pemompaan berlebihan, serta kurangnya pengetahuan operator mengenai perawatan pompa hidrolik. Faktor manusia ini sangat mempengaruhi umur pakai *seal* karena berkaitan langsung dengan cara penggunaan dan perawatan alat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab kerusakan *seal O-ring* pada pompa hidrolik *hand pallet* yang terjadi sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditentukan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap unit *hand pallet* yang mengalami gangguan pada sistem hidrolik, pemeriksaan kondisi fisik *seal O-ring*, serta pengkajian riwayat penggunaan dan pemeliharaan alat.



Gambar 3. Alat *Hand pallet* Kapasitas 3 ton

Dapat dilihat pada gambar 3 *hand pallet* kapasitas 3 ton umumnya memiliki konstruksi rangka baja yang kuat agar mampu menahan beban berat selama proses operasi. Pada sistem hidroliknya terdapat beberapa komponen penting seperti pompa hidrolik, piston, katup, oli hidrolik, dan *seal O-ring*. *Seal O-ring* berfungsi sebagai penyekat fluida hidrolik untuk mencegah terjadinya kebocoran tekanan pada pompa maupun silinder hidrolik. Berikut ini merupakan spesifikasi alat *hand pallet* kapasitas 3 ton.

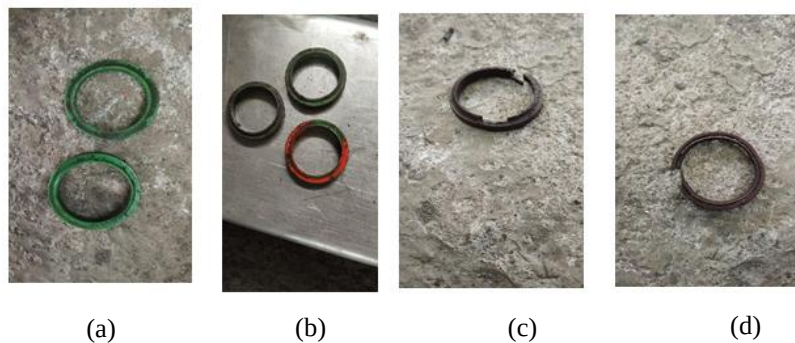
Tabel 1. Spesifikasi *Hand Pallet* 3 Ton

Hand Pallet 3 Ton		
No	Parameter	Keterangan
1	Kapasitas Angkat Maksimum	3 Ton / 3000 kg
2	Panjang Fork	1150 mm
3	Lebar Fork	550 mm
4	Tinggi Minimum Fork	85 mm
5	Tinggi Maksimum Fork	200 mm
6	Sistem Penggerak	Hidrolik Manual
7	Fluida Hidrolik	Oli Hidrolik ISO VG 32
8	Material Rangka	Baja Karbon
9	Material Seal O-Ring	Nitrile Butadiene Rubber (NBR)
10	Tekanan Kerja Hidrolik	20–30 MPa
11	Jenis Roda	Nylon / Polyurethane
12	Diameter Roda Kemudi	180 mm
13	Diameter Roda Fork	80 mm
14	Berat Hand Pallet	90 kg

1. Kondisi Kerusakan *O seal*

Berdasarkan hasil observasi dan pemeriksaan langsung terhadap pompa hidrolik *hand pallet*, ditemukan bahwa *seal O-ring* mengalami kerusakan sebelum mencapai umur pakai yang direncanakan. Kerusakan tersebut ditandai dengan munculnya kebocoran fluida hidrolik pada area pompa, penurunan tekanan sistem, serta berkurangnya kemampuan *hand pallet* dalam mengangkat beban secara optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa fungsi *seal O-ring* sebagai komponen penyekat tidak lagi bekerja secara efektif dalam menjaga kerapatan sistem hidrolik.

2. Hasil Identifikasi Penelitian



Gambar 4. Kerusakan *Seal O ring*

Berdasarkan Gambar 4. Kerusakan *seal O ring* (a)–(d), hasil pemeriksaan visual menunjukkan adanya berbagai bentuk kerusakan pada *seal O-ring* yang digunakan pada pompa hidrolik *hand pallet*. Pada Gambar (a), *seal O-ring* masih mempertahankan bentuk geometri yang relatif utuh, namun telah terlihat indikasi keausan dan penurunan kualitas permukaan akibat penggunaan. Gambar (b) menunjukkan beberapa *seal* dengan kondisi yang berbeda, di mana salah satu *seal* mengalami perubahan warna menjadi kemerahan yang mengindikasikan terjadinya degradasi material akibat paparan fluida hidrolik, tekanan kerja, dan temperatur operasi dalam jangka waktu yang lama. Sementara itu, pada Gambar (c) dan (d) terlihat kerusakan yang lebih signifikan berupa deformasi permanen, retakan, serta perubahan bentuk lingkaran yang menyebabkan *seal* kehilangan elastisitas dan kemampuan penyekatannya. Selain itu, permukaan *seal* tampak mengalami pengerasan dan penumpukan kontaminan yang dapat meningkatkan gesekan selama operasi. Kondisi kerusakan tersebut menunjukkan bahwa *seal O-ring* telah mengalami penurunan sifat mekanik dan elastisitas material, sehingga tidak mampu lagi mempertahankan kerapatan sistem hidrolik secara optimal. Akibatnya, risiko terjadinya kebocoran fluida hidrolik, penurunan tekanan kerja, dan berkurangnya kinerja pompa hidrolik menjadi semakin besar sebelum komponen mencapai umur pakai yang direncanakan.

3. Temuan Penelitian

Berikut ini merupakan temuan hasil penelitian terkait kerusakan pada alat *hand pallet*:

Tabel 2. Kerusakan *Hand Pallet*

Kerusakan <i>Hand Pallet</i>						
<i>Waktu</i>	<i>Hand Pallet</i>	<i>Seal O ring</i>	<i>Pompa Hidrolik</i>	<i>Bearing</i>	<i>Nog of Wheel</i>	<i>Shaft 20x95</i>
September	87	41/87	62/87	354/12	94/2	12/2
Oktober	104	63/104	83/104	415/12	132/2	23/2
November	94	56/94	77/94	301/12	108/2	17/2

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan tiga jenis kerusakan utama pada *seal O-ring* pompa hidrolik *hand pallet*, yaitu retak (cracking), keausan (wear), dan sobek (tearing). Selain itu, hasil inspeksi menunjukkan adanya korosi pada permukaan batang silinder hidrolik yang berpotensi mempercepat kerusakan *seal O-ring*. Temuan ini menunjukkan bahwa kerusakan seal tidak hanya dipengaruhi oleh faktor usia pakai material, tetapi juga oleh kondisi komponen pendukung dan lingkungan operasional sistem hidrolik.

Berdasarkan hasil observasi dan pengamatan secara langsung dilapangan maka di terdapat beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab kerusakan pada seal *o ring* sebelum waktu pergantian.

a) Faktor tekanan hidrolik

Tekanan hidrolik merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kondisi dan umur pakai *seal O ring* pada pompa hidrolik *hand pallet*. Sistem hidrolik bekerja dengan memanfaatkan tekanan fluida untuk mengangkat beban, sehingga *seal O-ring* harus mampu menahan tekanan tersebut agar tidak terjadi kebocoran.

b) Faktor Kualitas Bahan Material *O ring*

Kualitas material *O ring* merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi ketahanan dan umur pakai seal pada sistem hidrolik *hand pallet*. *O ring* berfungsi sebagai penyekat fluida hidrolik agar tidak terjadi kebocoran pada saat sistem bekerja di bawah tekanan. Oleh karena itu, material *O ring* harus memiliki sifat elastis, tahan tekanan, tahan gesekan, dan tahan terhadap pengaruh oli hidrolik. Kerusakan *seal O ring* dapat terjadi apabila material yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi kerja sistem hidrolik.

c) Faktor Temperatur Kerja

Temperatur kerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi umur pakai dan kondisi *seal O ring* pada pompa hidrolik *hand pallet*. Peningkatan temperatur akibat gesekan antar komponen, tekanan hidrolik yang tinggi, penggunaan alat secara terus-menerus, serta kualitas oli yang menurun dapat menyebabkan material *O ring* kehilangan elastisitas, mengeras, retak, dan mengalami deformasi. Kondisi ini menurunkan kemampuan *O ring* dalam menahan tekanan fluida sehingga meningkatkan risiko kebocoran pada sistem hidrolik. Temperatur tinggi juga dapat menurunkan viskositas oli hidrolik sehingga pelumasan menjadi kurang optimal dan gesekan antar komponen meningkat. Dengan demikian, temperatur kerja yang berlebihan dapat mempercepat kerusakan *seal O ring* sebelum waktu penggantian sehingga diperlukan perawatan dan pengendalian kondisi kerja sistem hidrolik untuk menjaga ketahanan komponen.

d) Faktor Oli Pompa Hidrolik

Oli pompa hidrolik merupakan komponen penting yang berfungsi sebagai media penghantar tekanan sekaligus pelumas pada sistem hidrolik *hand pallet*. Kondisi oli yang kotor, terkontaminasi debu, partikel logam, maupun air dapat menyebabkan gesekan antar komponen

meningkat sehingga mempercepat keausan *seal O ring*. Selain itu, oli yang jarang diganti akan mengalami penurunan kualitas dan viskositas sehingga kemampuan pelumasan menjadi berkurang. Kondisi tersebut menyebabkan temperatur kerja sistem meningkat dan *O ring* lebih cepat mengalami pengerasan, retak, serta deformasi.

e) Faktor Pemasangan

Pemasangan *O ring* yang tidak sesuai prosedur juga dapat menyebabkan *seal* terpuntir, terjepit, atau mengalami deformasi sehingga kemampuan penyekatan menjadi menurun. Selain itu, penggunaan alat pemasangan yang tidak tepat serta kondisi permukaan komponen yang kasar dapat merusak permukaan *O ring* saat proses pemasangan berlangsung. Kesalahan dalam menentukan ukuran *O ring* juga dapat menyebabkan seal tidak bekerja secara optimal pada sistem hidrolik.

f) Faktor Perawatan

Faktor perawatan yang tidak dilakukan secara rutin dapat menyebabkan kerusakan kecil pada sistem hidrolik tidak terdeteksi sejak awal sehingga berkembang menjadi kerusakan yang lebih besar. Kurangnya pemeriksaan kondisi oli, piston, silinder, dan *seal O ring* menyebabkan komponen bekerja dalam kondisi tidak optimal dan mempercepat keausan. Selain itu, keterlambatan penggantian oli hidrolik dan *seal* yang sudah menurun kualitasnya dapat meningkatkan gesekan, temperatur kerja, serta risiko kebocoran pada sistem hidrolik. Oleh karena itu, perawatan berkala sangat diperlukan untuk menjaga kondisi komponen hidrolik, memperpanjang umur pakai *seal O ring*, dan mempertahankan performa *hand pallet* agar tetap bekerja secara optimal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kerusakan seal O-ring pada pompa hidrolik *hand pallet* sebelum waktu penggantian disebabkan oleh beberapa faktor utama. Faktor-faktor tersebut meliputi tekanan hidrolik yang berlebihan, gesekan terus-menerus antara seal dan piston, serta penggunaan *hand pallet* yang melebihi kapasitas kerja sehingga mempercepat keausan pada *seal O-ring*. Kualitas material seal yang kurang baik dan pengaruh temperatur kerja juga menyebabkan material O-ring menjadi keras, retak, dan kehilangan elastisitasnya. Kontaminasi oli hidrolik oleh kotoran atau partikel asing turut mempercepat kerusakan permukaan seal akibat abrasi selama sistem bekerja. Kesalahan pemasangan *seal O-ring* juga menjadi salah satu penyebab terjadinya deformasi dan kebocoran pada sistem hidrolik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. W. Masyaroh, E. D. Kusumawati, and A. P. R. P., "Pengaruh Tata Letak Gudang dan Material Handling Equipment Terhadap Produktivitas Bongkar Muat Karet di Gudang PT. Teduh Makmur Semarang," *J. Transp. DAN Manaj. Marit.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–62, 2026, doi: <https://orcid.org/0000-0003-0768-3791>.
- [2] Z. M. A. Sodik and D. R. Sawitri, "Analisis Performa Motor Wiper Dalam Menggerakkan Tuas Pengangkat Forklift Handstacker," *Semin. Nas. Tek. Elektro Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 77–84, 2025, doi: <https://doi.org/10.46962/snte.25.073>.
- [3] R. Putra, Y. Irawadi, and B. Rahmat, "ANALISA KEBOCORAN OLI (OIL LEAKING)

- PADA SILINDER HIDROLIK EXCAVATOR,” *Zo. Mesin Progr. Stud. Tek. Mesin Univ. Batam*, vol. 14, no. 3, 2024, doi: <https://doi.org/10.37776/zm.v14i3.1673>.
- [4] R. O. R. B, D. Dayera, B. Tangaran, F. Teknik, U. K. Papua, and U. K. Paulus, “Analisa Kerusakan Hydraulic Cylinder Boom pada Unit Excavator Kobelco Sk200-10,” *J. Pendidik. TAMBUSAI*, vol. 6, no. 2, pp. 14571–14579, 2022, doi: <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i2.4734>.
- [5] P. S. Mahankar and A. S. Dhoble, “Review of hydraulic seal failures due to effect of medium to high temperature,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 127, no. October 2020, p. 105552, 2021, doi: [10.1016/j.engfailanal.2021.105552](https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105552).
- [6] V. V. Shanbhag, T. J. J. Meyer, L. W. Caspers, and R. Schlanbusch, “Defining acoustic emission-based condition monitoring indicators for monitoring piston rod seal and bearing wear in hydraulic cylinders,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 115, pp. 2729–2746, 2021, doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07340-8>.
- [7] N. Tao, “Cylinders,” *Thermodyn. Seal. Perform. Anal. Reciprocating O-Rings Hydraul. Cylind.*, vol. 41, no. 3, pp. 694–700, 2023, doi: <https://doi.org/10.18280/ijht.410323>.
- [8] A. Ibnu, S. Al, D. R. Hartana, and S. Hidrolik, “Analisis Kerusakan Sistem Hidrolik Pada Excavator dengan Menggunakan Metode FMEA,” *Cendekia Mek. J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 06, no. 02, pp. 54–58, 2025, doi: <https://journal.itny.ac.id/index.php/cendekia>.
- [9] M. Anhar and P. N. Ketapang, “Perawatan Dan Perbaikan Sistem Hidrolik Excavator Zaxis 110 - M,” *J. Tek. MESIN Vol*, vol. 1, no. 2, pp. 58–69, 2025, doi: <https://doi.org/10.58466/28eyt059>.
- [10] M. H. Ar-rizqi and B. D. Prihadianto, “Studi Performa dan Analisis Kerusakan Sistem Hidrolik Excavator Mini Excavator Zhugimada,” *TURBO J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v14i2.4608>.
- [11] J. Wu and L. Li, “Influence of ambient pressure on sealing performance of O-ring in deep-sea hydraulic system,” *Ocean Eng.*, vol. 245, no. August 2021, 2022, doi: [10.1016/j.oceaneng.2021.110440](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110440).
- [12] Mardiana, D. Yuliaji, and R. Waluyo, “MODIFIKASI SEAL PADA SILINDER HIDROLIK CENTER POST MITSUBISHI DENGAN UJI TEKANAN KERJA 140 BAR,” *J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 10, no. 2, pp. 59–66, 2024, doi: <https://doi.org/10.32832/ame.v10i2.636>.
- [13] N. Novak, A. Trajkovski, M. Kalin, and F. Majdic, “applied sciences Degradation of Hydraulic System due to Wear Particles or Medium Test Dust,” *Appl. Sci.*, vol. 13, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/app13137777>.
- [14] X. Zhao, E. Appiah, Y. Xia, and J. Wang, “Degradation process analysis and reliability prediction modeling of hydraulic reciprocating seal based on monitoring data,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 140, no. September 2021, p. 106565, 2022, doi: [10.1016/j.engfailanal.2022.106565](https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106565).