

Analisis Penyebab *Low Power Tilt Hydraulic Cylinder* Pada Unit *Forklift Cat Dp25nd* Dengan Metode *Fishbone*

Moch Rizki Ariffianto¹, Idrus Assagaf^{*1}, Dedi Junaedi¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

* Corresponding Author: idrussagaf@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab masalah *low power* pada unit *forklift* CAT DP25ND dengan metode *fishbone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan adalah kesalahan penggunaan oli hidrolik yang tidak sesuai standar, sehingga menyebabkan kerja dari *spool control valve* menjadi berat dan lambat. Semakin kental oli yang dipakai, semakin besar hambatan alirannya, semakin rendah tekanannya, dan semakin kuat gelembung kavitasi yang terbentuk. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perbaikan harus dilakukan dengan melakukan penambahan daging atau pengelasan pada poros *control valve* yang terdapat cowakan di *notch* pada bagian *spool*. Dilakukan perapian dan pemerataan hasil pengelasan dengan pembubutan. Rekomendasi untuk mencegah kerusakan serupa, dengan melakukan pelaksanaan *maintenance* yang rutin, menggunakan oli yang sesuai standar, serta memberikan arahan pada operator jika menemukan kejadian yang *upnormal* segera laporkan ke teknisi dan matikan unit. Verifikasi perbaikan diuji dengan melakukan *internal leakage test* dan *pressure test*. Hasil dari *internal leakage test* menunjukkan oli yang keluar hanya 3% dan hasil dari *pressure test* menunjukkan *pressure* mengalami kenaikan 20% dari sebelum dilakukan perbaikan.

Kata kunci: *Forklift, low power, tilt cylinder, poros control valve, fishbone*

Abstract

This study aims to analyze the causes of low-power issues in the CAT DP25ND forklift unit using the fishbone method. The results show that the primary cause of the malfunction is the use of hydraulic oil that does not meet standards, causing the spool control valve to operate with increased resistance and sluggishness. The thicker the oil used, the greater the flow resistance, the lower the pressure, and the stronger the cavitation bubbles that form. This study concludes that repairs must be carried out by adding material or welding to the control valve shaft where there is a notch in the spool. The welded area must be smoothed and leveled through turning. Recommendations to prevent similar damage include performing routine maintenance, using oil that meets standards, and instructing operators to immediately report any abnormal occurrences to a technician and shut down the unit. The effectiveness of the repair was verified through an internal leakage test and a pressure test. The results of the internal leakage test showed that only 3% of the oil leaked out, and the results of the pressure test showed a 20% increase in pressure compared to before the repair.

Kata kunci: *Forklift, low power, tilt cylinder, shaft control valve, fishbone*

1. PENDAHULUAN

Forklift adalah kendaraan yang difungsikan sebagai alat angkat dan angkut dalam memudahkan pemindahan beban dan barang yang memiliki kapasitas besar baik dalam ruangan maupun luar ruangan, termasuk dalam kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan dan di pergudangan [1]. *Forklift* memiliki dua garpu di bagian depan yang berfungsi sebagai penyangga barang, sehingga memungkinkan alat ini untuk mengangkat beban yang tidak dapat dilakukan oleh tenaga manusia [2]. Penggunaan *forklift* memberikan banyak keuntungan, termasuk efisiensi waktu dan tenaga, serta mengurangi risiko kecelakaan kerja yang disebabkan oleh pengangkatan beban berat secara manual.

Penggerak utama pada *forklift* terdapat dua jenis yang umum digunakan, yaitu *forklift* elektrik dan *forklift* Diesel [3]. Dalam penggerak utama *forklift* yang digerakkan oleh tenaga Diesel, putaran dari Diesel akan disalurkan ke pompa hidrolik lalu masuk ke dalam control valve. Silinder hidrolik akan bekerja pada saat adanya aliran oli hidrolik yang masuk ke dalam silinder, di mana arah aliran sudah diatur oleh *control valve* dan tekanannya sudah dibatasi oleh *relief valve* [4].

Tilt hydraulic cylinder merupakan salah satu bagian penting dari unit *forklift* yang akan menentukan kinerjanya saat beroperasi. *Hydraulic low power* adalah kondisi yang terjadi ketika suatu unit mengalami penurunan kinerja karena adanya gangguan pada komponen-komponen unit dalam sistem hidrolik [5]. Gangguan ini dapat menyebabkan berkurangnya tekanan atau aliran hidrolik yang diperlukan untuk menjalankan perangkat dengan efisiensi maksimal. Akibatnya, alat tersebut mungkin tidak mampu menanganai beban kerja yang diharapkan atau tidak dapat beroperasi dengan kekuatan penuh, sehingga dapat menghambat produktivitas dan kinerja keseluruhan [6]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Syahrul Raiz [7] kerusakan pada *tilt cylinder* di unit *forklift* disebabkan oleh terjadinya kerusakan pada *seal cylinder* yang sudah rusak, sementara penelitian yang dilakukan oleh Septiana Sandi [8] kerusakan *tilt cylinder* terjadi disebabkan oleh kerusakan pada *seal u cup*, *buffer seal*, *wipper seal*, *seal o ring* dan ditemukan kebocoran pada sambungan *hose* ke *control valve*. Pada penelitian ini kerusakan *tilt cylinder* disebabkan oleh kerusakan pada *poros control valve* yang ditemukan terdapat cawakan, sehingga menyebabkan terjadinya kebocoran *internal* yang dapat mengakibatkan *tilt cylinder* dapat memanjang sendiri ketika unit sedang digunakan untuk mengangkat beban.

Workshop Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta saat ini memiliki salah satu dari sekian banyak model *forklift* dari berbagai macam produsen manufaktur *forklift* yang ada di dunia. Unit *forklift* yang dimiliki oleh *workshop* Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta berasal dari produsen manufaktur Amerika Serikat yaitu Caterpillar Inc, dengan nomor model DP25ND. Saat ini unit *forklift* CAT DP25ND sedang mengalami kegagalan *low power* pada *tilt cylinder*, maka dari permasalahan di atas dilakukannya penelitian tentang analisis penyebab *low power tilt hydraulic cylinder* pada unit *forklift* CAT DP25ND. Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa mengetahui faktor apa saja penyebab *low power* dan akar permasalahannya pada unit *forklift* di Politeknik Negeri Jakarta.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Forklift

Forklift adalah kendaraan berat yang difungsikan sebagai alat angkat dan angkut dalam memudahkan pemindahan beban atau barang berkapasitas besar baik dalam ruangan maupun di luar ruangan, termasuk dalam kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan [9]. Ada berbagai jenis *forklift* yang biasa digunakan, berikut jenis-jenis tersebut serta kelebihan dan kekurangannya [10] :

1. Tipe *forklift* gasoline untuk digunakan di dalam maupun luar ruangan. Selain itu juga ramah lingkungan dan lebih terjangkau ketimbang tipe lain yang memiliki jarak 2 meter dan kapasitas 2 ton.
2. Tipe *forklift* Diesel untuk kebutuhan luar ruangan seperti proyek konstruksi yang butuh mobilisasi material tertentu dari suatu tempat ke tempat lain. Kapasitas terbilang lebih tinggi yaitu bisa mengangkat 10 ton untuk setinggi 6 meter dan sangat dibatasi di dalam ruangan karena gas buangnya termasuk kategori berbahaya, untuk *forklift* Diesel dapat dilihat pada Gambar 2.1.
3. Tipe *forklift* elektrik sama halnya dengan tipe *gasoline*, *forklift* yang satu ini sangat ramah lingkungan karena berbahan listrik jadi tinggal isi ulang ketika dayanya habis. Kapasitas mengangkat 5 ton dan mengangkat bisa setinggi 6 meter dan waktu penggunaannya cenderung terbatas.

Hydraulic System

Sistem hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Di

mana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit, tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur. Sistem hidrolik memainkan peran krusial dalam pengoperasian alat berat. Prinsip dasar hidrolik diterapkan saat mengoperasikan sistem hidrolik untuk menggerakkan *attachment*. Prinsip-prinsip ini berfungsi dengan memanfaatkan cairan bertekanan untuk melakukan pekerjaan. Silinder hidrolik akan bekerja pada saat adanya aliran oli hidrolik yang masuk kedalam silinder, di mana arah aliran diatur oleh *control valve*. Sebelum masuk kedalam *control valve*, oli mengalir melalui *relief valve* yang berfungsi untuk membatasi besarnya tekanan oli hidrolik yang masuk ke dalam sistem untuk mendorong silinder.

Hydraulic Cylinder

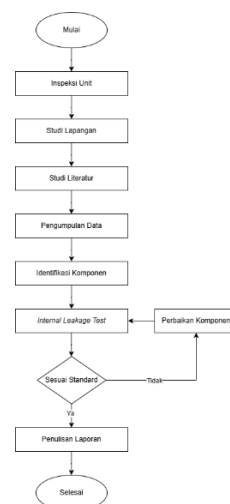
Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, di mana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan ke bagian mesin melalui batang piston *Lift cylinder* adalah silinder utama yang bertanggung jawab untuk mengangkat beban. Ketika operator mengaktifkan pengendali angkat, *lift cylinder* menggerakkan mast (tiang) atau garpu ke atas. *Lift cylinder* juga memainkan peran penting dalam menurunkan beban secara aman dan terkendali.

Root Cause Analysis

Root Cause Analysis adalah proses pemecahan masalah yang dirancang untuk menyelidiki insiden, masalah, kekhawatiran, atau ketidaksesuaian yang teridentifikasi. Metode RCA mengharuskan peneliti untuk menemukan solusi terhadap permasalahan yang mendesak, memahami akar permasalahan atau akar permasalahan dari suatu situasi, dan mengatasinya dengan tepat untuk mencegah permasalahan yang sama terulang kembali. Metode analisis akar permasalahan disebut juga dengan investigasi lima Why's, lima Why's sangat cocok dipadukan dengan diagram tulang ikan untuk menyelidiki apakah masing-masing penyebab suatu masalah merupakan pendorong utama masalah tersebut atau hanya penyebab masalahnya saja.

Diagram *Fishbone* yang ditemukan oleh Ishikawa merupakan metode yang sangat populer dan dipakai di seluruh penjuru dunia untuk membantu dan memungkinkan setiap orang atau organisasi dalam mengidentifikasi faktor penyebab masalah dan menyelesaikan masalah dengan tuntas sampai ke akarnya. Dengan diagram ini, semua kemungkinan penyebab dapat dilihat dan dicari akar permasalahan sebenarnya. Dikatakan diagram *fishbone* karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan dari efek atau akibat yang dituliskan sebagai moncong kepala, sedangkan tulang ikan di isi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *cause* dan *effect* (sebab dan akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat yang berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir

Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah unit *forklift* CAT DP25ND yang mengalami permasalahan *low power* di *tilt hydraulic cylinder*. Penelitian ini berfokus pada identifikasi faktor-faktor penyebab *low power* pada unit *forklift* CAT DP25ND yang ada di *workshop* Politeknik Negeri Jakarta.

Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan kriteria spesifik yang sesuai dengan tujuan penelitian. Sampel yang dipilih mencakup *forklift* CAT DP25ND yang mengalami kerusakan serta komponen yang masih berfungsi dengan baik untuk analisis perbandingan. Kriteria pemilihan sampel meliputi:

1. *Forklift* CAT DP25ND yang mengalami kerusakan.
2. Data historis terkait perbaikan sebelumnya dan kondisi operasional unit sebelum kerusakan.

Pengambilan sampel mempertimbangkan ketersediaan data dan aksesibilitas, seperti dokumen perawatan, laporan kerusakan, dan komponen fisik yang dapat diamati. Teknik ini dipilih untuk memastikan sampel yang representatif dan mampu memberikan informasi mendalam terkait penyebab kerusakan.

Jenis dan Sumber Data Penelitian

Dalam penelitian ini, jenis data yang dikumpulkan terdiri dari dua kategori utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari sumber pertama melalui beberapa metode, termasuk observasi *workshop*, wawancara dengan teknisi, dan analisis komponen yang rusak. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi fisik unit *forklift* CAT DP25ND yang mengalami *low power* pada *tilt cylinder*, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan dan memahami kondisi operasional unit secara langsung.

Melakukan wawancara dengan teknisi *workshop* yang berpengalaman dalam perawatan dan perbaikan *forklift* CAT DP25ND yang bertujuan untuk menggali informasi mengenai pengalaman mereka, prosedur pemeliharaan yang dilakukan, serta faktor-faktor yang mereka anggap sebagai penyebab *low power* pada *tilt cylinder*. Analisis komponen yang rusak juga dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan. Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber yang telah ada sebelumnya, yang mencakup literatur, jurnal, dan dokumen teknis.

Literatur yang digunakan meliputi buku dan artikel yang membahas tentang *forklift* CAT DP25ND, serta teori dan prinsip dasar yang berkaitan dengan *low power*. Jurnal yang relevan juga dijadikan referensi, yang membahas kasus-kasus serupa berupa analisis *low power tilt cylinder*. Dokumen teknis seperti manual, panduan pemeliharaan, dan dokumen lainnya yang berkaitan dengan spesifikasi dan prosedur perawatan unit *forklift* CAT DP25ND juga dikumpulkan. Dengan mengumpulkan kedua jenis data ini, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lengkap mengenai penyebab kegagalan *low power* pada unit *forklift* ini, serta memberikan rekomendasi yang berguna untuk mencegah kerusakan serupa di masa mendatang.

Metode Pengumpulan Data Penelitian

Observasi merupakan suatu kegiatan sistematis dalam mencatat fenomena atau gejala dengan menggunakan berbagai alat bantu pengamatan, kemudian mendokumentasikannya secara rinci untuk kepentingan penelitian ilmiah maupun tujuan-tujuan lainnya. Pada penelitian ini penulis melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi unit *forklift* yang mengalami *low power* termasuk kondisi fisik dan tanda-tanda kegagalannya. Melakukan wawancara dengan teknisi *workshop* yang berpengalaman dalam perawatan dan perbaikan *forklift* CAT DP25ND untuk menggali informasi mengenai pengalaman mereka dan prosedur yang sudah dilakukan. Mengumpulkan informasi dari buku *operation & manual maintenance book*, artikel, jurnal dan dokumen teknis yang relevan dengan topik penelitian untuk memberikan pengetahuan yang lebih mendalam dan lebih luas.

Metode Analisis Data

Analisis data dalam penelitian kualitatif adalah suatu proses yang terstruktur dan terencana, yang bertujuan untuk memahami serta menafsirkan berbagai data yang telah dikumpulkan, seperti hasil transkrip wawancara, catatan observasi lapangan, dan materi pendukung lainnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode analisis *troubleshooting* untuk menetapkan akar permasalahannya dengan dibantu RCA (*Root Cause Analysis*) menggunakan *fishbone diagram* untuk mengkategorikan dan memvisualisasikan faktor-faktor penyebab permasalahan *low power* pada unit.

Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada unit *forklift* CAT DP25ND yang sedang mengalami masalah *low power* pada *tilt cylinder* yang disebabkan oleh kerusakan poros *control valve*. Kerusakan ini menyebabkan unit mengalami kegagalan *low power*, untuk memverifikasi kegagalan tersebut dilakukan uji kebocoran dalam *control valve*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi beban pada *fork* dan mengangkatnya setinggi 1 meter, lalu mematikan *engine* dan membuka *hose* ke tangki. Langkah selanjutnya tampung oli yang keluar dari *control valve* dan ukur seberapa banyak oli yang keluar. Standar dari pengujian internal ini menurut buku OMM oli yang keluar 20 ml dalam durasi waktu 15 menit jika lebih dari standar ini, maka terjadi kebocoran dalam *control valve*.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Inspeksi Hasil Visual

Melakukan pemeriksaan secara visual pada unit *forklift* dengan melakukan pengecekan kebocoran, pengecekan level oli dan komponen lainnya



Gambar 1 Pengecekan Visual

Pengecekan pada unit ini dilakukan dalam 2 kondisi pada saat *engine off* dan *engine on*, selain melakukan pengecekan apakah ada kebocoran, dilakukannya pengecekan pada semua komponen-komponen guna mengetahui bahwa komponen tersebut masih normal dan tidak ada indikasi kerusakan, seperti pengecekan ban, *fork*, *mast*, *brake*, *steering*. Pada Gambar 2 menunjukkan pengecekan visual pada bagian *engine* bahwa level oli masih berada di antara min dan max yang berarti level oli masih aman. Dilakukan pengecekan filter udara didapati bahwa filter udara bersih dan tidak ada sumbatan dari kotoran. Setelah melakukan pemeriksaan di daerah *engine*.



Gambar 3 Internal Leakage Test

Pada Gambar 3 adalah proses *internal leakage test* yang digunakan untuk mengetahui apakah apakah terjadi kebocoran dalam, di dalam *control valve*. Pengetesan ini dilakukan dengan cara mengangkat *fork* setinggi 1m dengan menggunakan beban dan memposisikan *tilt* pada batas maksimalnya serta membuka *hose* ke tangki, untuk dicek berapa banyak oli hidrolik yang akan keluar di

aliran tersebut. Dari hasil pengetesan ini, oli keluar sebanyak 200ml dengan durasi waktu kurang lebih 15 menit yang menjadikan indikasi bahwa terjadinya *internal leakage* pada *control valve* karena hasilnya di bawah standar unit. Standar dari *internal leakage test* dapat dilihat pada Gambar 4.8 dari buku *operation & maintenance manual* unit yang tertulis bahwa standar oli yang keluar dari aliran ke tanki sebanyak 20ml selama 15 menit. Hasil dari pengetesan ini menjadi tanda bahwa unit *forklift* mengalami kebocoran *internal* di dalam *control valve*.

Proses Perbaikan



Gambar 4 Poros Control Valve

Setelah melakukan pembongkaran *control valve* ditemukan poros *control valve* yang mengalami kerusakan. Poros *control valve* ditemukan adanya cowakan kecil pada bagian *notch*. Adanya temuan kerusakan ini dianggap sebagai akar masalah yang terjadi pada unit *forklift* yang dapat dilihat pada Gambar 4. Setelah mengetahui akar masalah terjadinya *low power tilt cylinder* pada unit *forklift* CAT DP25ND ini. Langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan pada poros *control valve* serta melakukan pergantian semua seal pada *control valve*.



Gambar 5 Poros Control Valve Setelah Perbaikan

Pada Gambar 5 adalah poros *control valve* yang sudah dilakukan perbaikan. Perbaikan pada poros *control valve* dilakukan dengan cara pengelasan atau sedikit penambahan daging. Setelah pengelasan selesai, dilakukan pemerataan atau penghalusan terhadap hasil pengelasan tersebut dengan melakukan pembubutan.

Gambar 6 Penggantian *Seal Control Valve*

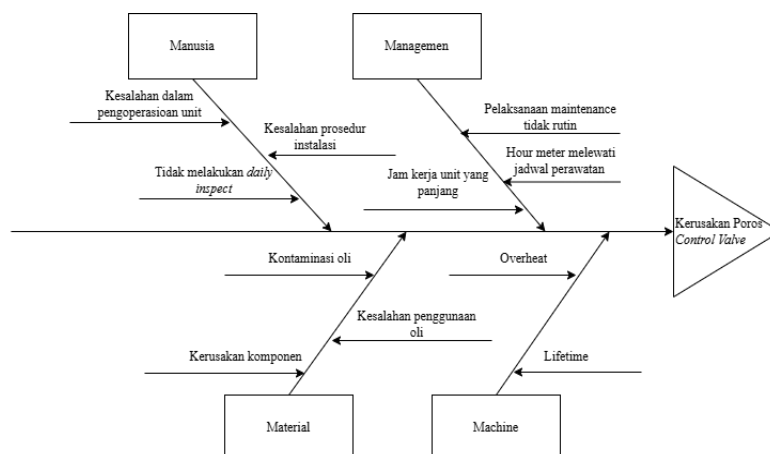
Pada Gambar 6 melakukan penggantian keseluruhan *seal* dan *gasket* pada *control valve* yang bertujuan untuk mengantisipasi adanya kebocoran setelah proses pembongkaran.

Hasil perbaikan

Gambar 7 Pengujian *Internal Leakage Test* Setelah Perbaikan

Hasil dari pengetesan *internal* setelah dilakukan perbaikan, pada Gambar 7 menunjukkan oli hidrolik yang keluar dari aliran ke tanki hanya sedikit, di bawah 5ml dengan waktu pengetesan 20 menit.

Analisis Penyebab Akar Masalah

Gambar 8 Diagram *Fishbone*

Dari Gambar 8 diagram *fishbone* di atas, dapat dilihat beberapa sumber terjadinya kerusakan poros *control valve* pada unit *forklift* CAT DP25ND. Permasalahan yang terjadi disebabkan oleh faktor manajemen, manusia dan material. *Maintenance* yang tidak rutin atau tidak dilakukan sesuai jadwal bisa mengakibatkan permasalahan pada pada unit. Selain itu akibat dari kurangnya *maintenance* pada unit mengakibatkan terjadinya kerusakan yang mendadak sehingga akan mengganggu saat unit akan dioperasikan. Adanya cowakan di *notch* poros *control valve* terjadi akibat kesalahan penggunaan oli

yang tidak sesuai dengan *operation & maintenance manual book* sehingga memberatkan kerja dari poros *control valve*.

Akar Masalah

Tabel 4.1 *Root Cause*

<i>Possible Root Cause</i>	Keterangan	<i>Root Cause</i>
Managemen		
Jam kerja unit yang panjang	Unit hanya dioperasikan ketika melakukan praktek sehingga jam kerja rendah.	NO
<i>Hour meter</i> melewati jadwal perawatan	<i>Preventive maintenance</i> yang dilakukan tidak teratur sehingga tidak diketahui <i>hour meter</i> sudah melewati atau belum.	YES
Pelaksanaan <i>maintenance</i> tidak rutin	Pelaksanaan <i>maintenance</i> tidak teratur hanya dilakukan setahun sekali.	YES
Manusia		
Kesalahan dalam pengoperasian unit	Unit dipaksa untuk terus dioperasikan ketika sudah diketahui bahwa unit sedang mengalami <i>low power tilt cylinder</i> .	YES
Kesalahan prosedur instalasi	Kerusakan pada unit baru pertama kali ini, jadi belum ada riwayat pernah diperbaiki.	NO
Tidak melakukan <i>daily inspection</i>	Selalu melakukan <i>daily inspect</i> sebelum unit dioperasikan.	NO
Material		
Kontaminasi oli	Tidak ditemukan adanya indikasi kontaminasi oli yang keluar dari aliran <i>control valve</i> ke tanki.	NO
Kesalahan penggunaan oli	Oli yang digunakan tidak sesuai yang direkomendasikan oleh <i>operation & maintenance manual book</i> unit.	YES
Kerusakan komponen	Terdapat kerusakan komponen saat melakukan pembongkaran <i>control valve</i> .	YES
Engine		
<i>Overheat</i>	Tidak ditemukan adanya indikasi <i>overheat</i> pada unit.	NO
<i>Lifetime</i>	<i>Life time</i> unit masih tergolong batas aman atau masih rendah.	NO

Analisis Tabel 4.1 *root cause* di atas menjelaskan tentang faktor penyebab dari permasalahan timbulnya *low power tilt cylinder* berdasarkan informasi yang didapat dari observasi dan wawancara. Faktor penyebab utama dari masalah unit *low power tilt cylinder* di antaranya:

1. Pelaksanaan *maintenance* yang tidak rutin.

Maintenance pada unit tidak dilakukan dengan rutin, berdasarkan informasi yang didapat dari

wawancara tidak dilakukan *schedul maintenace* pada unit. Menurut teknisi, *maintenance* pada unit ini dilakukan hanya setahun sekali dengan alasan unit hanya dioperasikan di sekitar bengkel dan dengan jam kerja tidak terlalu tinggi, sehingga menjadikan *maintenance* tidak mengikuti arahan *operasional & maintenance manual book* unit.

2. *Hour meter* melewati jadwal perawatan.
Maintenance schedule tidak diterapkan pada unit ini, sehingga tidak diketahui jam kerja unit sudah masuk ke dalam jadwal perawatan atau belum. Berdasarkan buku *operation & maintenance manual*, interval perawatan berkala unit Caterpillar *forklift* DP25ND meliputi perawatan setiap 10 Jam operasi, perawatan 50 jam operasi, perawatan 200 jam operasi, perawatan 500 jam operasi, perawatan 1000 jam operasi, dan perawatan 2000 jam operasi.
3. Kesalahan dalam pengoperasian unit.
 Operator yang mengoperasikan unit sudah mengetahui bahwa unit sedang mengalami *low power*, dengan indikasi *tilt* yang dapat memanjang dan *mast* akan turun dengan sendirinya, tetapi operator terus memaksa unit bekerja dalam keadaan *low power*.
4. Kesalahan penggunaan oli.
 Melakukan pemakaian oli yang tidak sesuai dengan standar pabrikan dapat menyebabkan kerusakan komponen. Pada buku *operation & maintenance manual book* sudah menyarankan bahwa oli hidrolik yang harus dipakai SAE 10 tetapi pihak teknisi memakai SAE 68. Oli yang terlalu kental dapat menyebabkan hambatan aliran oli yang tinggi dan meningkatkan beban kerja pompa hidrolik sehingga respons sistem menjadi lambat.
5. Kerusakan komponen.
 Kerusakan komponen terjadi pada poros *control valve* yang ditemukan adanya cowakan kecil pada bagian spool yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan oli.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *low power tilt cylinder* pada unit *forklift* CAT DP25ND, serta merumuskan solusi perbaikan dan pencegahan untuk menjaga kelancaran operasional unit. Berdasarkan hasil penelitian, penyebab akar masalah dilakukan menggunakan diagram *fishbone* dengan mengumpulkan dari beberapa faktor penyebab. Faktor – faktor penyebab akar masalah ditemukan dari manajemen, manusia dan material. Dari faktor – faktor tersebut dianalisis dan didapatkan hasil bahwa penyebab dari adanya cowakan di *notch* pada *control valve* disebabkan oleh penggunaan oli hidrolik yang tidak sesuai dengan *operation & maintenance manual* yang menyarankan menggunakan oli SAE 10. Untuk mencegah terulangnya masalah ini, diperlukan pelaksanaan *preventive maintenance* secara tepat waktu, penggunaan oli yang sesuai dengan standar *operation & maintenance manual book* serta arahan kepada operator, jika menemukan kejadian *upnormal* di unit maka segera laporkan masalah ke teknisi dan matikan unit. Semakin kental oli yang dipakai, semakin besar hambatan alirannya, semakin rendah tekanannya, dan semakin kuat gelembung kavitasi yang terbentuk yang menyebabkan cowakan pada *notch control valve*.

Referensi

- [1] Puteri Meysa Atika, “ANALISIS KESELAMATAN KERJA PADA SISTEM PENGOPERASIAN FORKLIFT DAN CRANE GUNA MENCEGAH KECELAKAAN KERJA,” vol. 3, no. 1, pp. 32–37, 2022.
- [2] T. N. Utami, C. A. Amanda, N. I. Azri, and A. Arya, “BAHAYA FISIK PADA PENGOPERASIAN FORKLIFT DI PT . X,” vol. 8, pp. 6680–6690, 2024.
- [3] L. A. Panjaitan, “ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA PENGGUNAAN FORKLIFT ELEKTRIK DAN FORKLIFT DIESEL DALAM 3000 JAM PEMAKAIAN,” 2024.
- [4] J. M. Batubara, T. Hasballah, and S. P. Pardede, “PERANCANGAN FORKLIFT DENGAN SISTEM HIDROLIK,” vol. 5, no. 2, pp. 117–124, 2024.
- [5] R. Siddiq and R. R. Putra, “Analisa Low Power Pada Unit Caterpillar Hydraulic Excavator 320D Seri BZP,” vol. 10, 2020.
- [6] R. Natha, S. Putra, I. Susanto, and T. Rahmiati, “ANALISA KEGAGALAN LOW POWER STEERING PADA FORKLIFT TYPE CLG2050H,” pp. 257–266, 2024.
- [7] S. R. Prasetyo, “ANALISA KERUSAKAN TILT CYLINDER TOYOTA FORKLIFT 7FD25,” pp. 1–9, 2024.
- [8] S. Sandi, “Analisa Kerusakan Hydraulic Tilt Cylinder Wheel Loader Caterpillar 990 H Di Workshop Heavy Equipment Pt Solusi Bangun Indonesia Tbk (Cilacap Plant),” 2021.
- [9] L. Hasanuddin and P. Aksar, “PISTON : Jurnal Teknologi Forklift Portable dengan Kapasitas Angkut 100 kg,” vol. 6, no. 1, pp. 36–40, 2022.

- [10] P. P. Muhammad Aris Perdana, Komeyni Rusba, “ANALISA KESELAMATAN PEKERJAAN BONGKAR MUAT BARANG MENGGUNAKAN FORKLIFT PADA PT. X KOTA BALIKPAPAN,” vol. 18, no. 1978, pp. 2623–2630, 2024.