



Analisa Pengaruh Tingkat Kontaminasi Oli Terhadap Kinerja Sistem Hidrolik Alat Berat Scissorlift Genie Gs-1930 E-Drive

Achmad Haqqul Yaqqin¹, Lisa Puspita Ariyanto², Merlyanalinda³

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email : haqqulyqn@gmail.com

Abstract

The hydraulic system of the Genie GS-1930 E-Drive Scissor Lift plays a crucial role in the platform lifting process and is significantly influenced by hydraulic oil quality. Oil contamination can lead to reduced system efficiency, elevated operating temperatures, and sluggish actuator response. This study aims to analyze the impact of oil contamination levels on hydraulic system performance using a field-observation-based Condition-Based Maintenance (CBM) approach. A quantitative descriptive method was employed, involving the visual assessment of oil conditions (color, clarity, and viscosity) alongside measurements of system pressure, oil temperature, and actuator response time. Data collection was conducted over a four-week period on a single Scissor Lift unit operating at PT. X. The study results are expected to demonstrate that increased oil contamination negatively affects hydraulic system performance. Furthermore, changes in the oil's visual characteristics can serve as early indicators to support more effective and cost-efficient preventive maintenance.

Keywords: Hydraulic Oil Contamination, Hydraulic System, Genie GS-1930 E-Drive Scissor Lift, Condition-Based Maintenance, Preventive Maintenance.

Abstrak

Sistem hidrolik pada ScissorLift Genie GS-1930 E-Drive berperan penting dalam proses pengangkatan platform dan sangat dipengaruhi oleh kualitas oli hidrolik. Kontaminasi oli dapat menyebabkan penurunan efisiensi sistem, peningkatan suhu operasi, serta perlambatan respons aktuator. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tingkat kontaminasi oli terhadap kinerja sistem hidrolik menggunakan pendekatan *Condition-Based Maintenance* (CBM) berbasis observasi lapangan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui pengamatan kondisi visual oli (warna, kejernihan, dan kekentalan) serta pengukuran tekanan sistem, suhu oli, dan waktu respons aktuator. Pengambilan data dilakukan selama empat minggu pada satu unit ScissorLift yang beroperasi di PT. X. Hasil penelitian diharapkan menunjukkan bahwa peningkatan kontaminasi oli berpengaruh terhadap penurunan kinerja sistem hidrolik. Selain itu, perubahan karakteristik visual oli dapat digunakan sebagai indikator awal untuk mendukung pemeliharaan preventif yang lebih efektif dan ekonomis.

Kata kunci : Kontaminasi Oli Hidrolik, Sistem Hidrolik, ScissorLift Genie GS-1930 E-Drive, Condition-Based Maintenance, Pemeliharaan Preventif.

1. Pendahuluan

Sistem hidrolik merupakan komponen utama dalam pengoperasian alat angkat jenis scissor lift, khususnya pada unit Genie GS-1930 E-Drive yang memanfaatkan fluida bertekanan untuk menghasilkan gerakan angkat dan turun platform secara stabil dan aman [7]. Keandalan sistem hidrolik merupakan aspek yang sangat krusial karena berhubungan langsung dengan keselamatan kerja dan produktivitas operasional peralatan. Gangguan kecil, seperti keterlambatan respons dari aktuator atau fluktuasi tekanan, dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja serta mengurangi efisiensi pemakaian alat [4] [1]

Sistem hidrolik menggunakan oli sebagai media transmisi tenaga sekaligus pelumas, pendingin, dan pelindung komponen internal dari keausan. Kondisi oli hidrolik yang baik akan menjaga kestabilan tekanan, memperlancar aliran fluida, serta meminimalkan gesekan antar komponen. Sebaliknya, penurunan kualitas oli akibat kontaminasi dapat menyebabkan perubahan karakteristik fisik dan kimia oli sehingga menurunkan efisiensi sistem hidrolik. Oleh karena itu, pemeliharaan kualitas oli merupakan aspek penting dalam menjaga keandalan alat berat berbasis hidrolik [2]

Pada kondisi ideal, pemantauan kualitas oli dilakukan melalui pengujian laboratorium seperti analisis viskositas, kadar air, dan tingkat kebersihan oli berdasarkan standar ISO 4406. Namun, dalam praktik lapangan, khususnya pada perusahaan penyewaan alat berat, ketersediaan fasilitas laboratorium sering kali terbatas baik dari segi biaya maupun waktu analisis [3]

Perkembangan strategi *Condition-Based Maintenance* (CBM) juga menunjukkan bahwa analisis tingkat kontaminasi oli merupakan salah satu metode yang efektif dalam mendeteksi dini kerusakan sistem hidrolik. Pemantauan jumlah partikel kontaminan dapat digunakan sebagai indikator keausan komponen sehingga tindakan perawatan dapat dilakukan sebelum terjadi kegagalan yang lebih serius. Pendekatan ini mampu meningkatkan keandalan alat, mengurangi *downtime*, serta menekan biaya operasional karena pemeliharaan dilakukan berdasarkan kondisi aktual mesin, bukan hanya berdasarkan interval waktu tertentu [4]

Keterbatasan ini menekankan pentingnya pendekatan pemantauan yang berfokus pada observasi di lapangan, dengan menggunakan indikator yang sederhana tetapi tetap teknis, seperti perubahan visual pada oli, suhu kerja sistem, dan juga waktu respons aktuator. Metode ini tidak bertujuan untuk menggantikan pengujian di laboratorium, namun berfungsi sebagai sistem peringatan awal untuk mengidentifikasi kemungkinan penurunan kinerja sebelum kerusakan sistem terjadi. Berdasarkan uraian tersebut, analisis mengenai pengaruh tingkat kontaminasi oli terhadap kinerja sistem hidrolik pada *Scissorlift Genie GS-1930 E-Drive* menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara tingkat kontaminasi oli dengan perubahan performa sistem hidrolik melalui pengamatan kondisi oli serta evaluasi parameter kinerja alat. Hasil penelitian diharapkan

dapat menjadi dasar dalam menentukan strategi pemeliharaan yang lebih efektif, meningkatkan keandalan sistem hidrolik, serta memperpanjang umur pakai komponen pada *Scissorlift Genie GS-1930 E-Drive* [4]

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode observasi lapangan yang berlandaskan konsep *Condition-Based Maintenance* (CBM). Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan kondisi aktual sistem hidrolik berdasarkan hasil pengamatan langsung terhadap kondisi oli dan parameter operasional alat tanpa memberikan perlakuan eksperimental pada objek penelitian. Metode observasi banyak digunakan dalam penelitian pemeliharaan alat berat untuk mengevaluasi hubungan antara kondisi oli hidrolik dan performa sistem hidrolik [5] Metode ini dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini (*early warning system*) dalam penerapan *Condition-Based Maintenance* sehingga tindakan perawatan dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius [1]

Pasca-inspeksi visual, pengujian mekanis diteruskan dengan mengukur suhu awal fluida memakai termometer digital inframerah, memonitor tekanan statis melalui *pressure gauge* pada port pengujian katup utama, serta diakhiri dengan perekaman durasi gerak aktuator silinder menggunakan *stopwatch* selama lima siklus naik-turun secara penuh. Serangkaian metode pengujian ini terbukti mampu menghasilkan rekam jejak penurunan kinerja sistem yang empiris dan representatif.

Hasil analisis dibandingkan dengan teori mengenai *Condition-Based Maintenance* (CBM) untuk menjelaskan hubungan antara kualitas oli dan keandalan sistem hidrolik. Pendekatan ini digunakan karena analisis kondisi oli merupakan salah satu metode yang efektif dalam mendeteksi dini keausan komponen serta mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan berbasis kondisi [6]

3. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan pengumpulan data di lapangan dikerjakan secara urut dan terjadwal selama empat minggu berturut-turut pada alat berat *Scissor Lift Genie GS-1930 E-Drive*. Interval pengamatan ditetapkan secara presisi setiap terjadi penambahan 25 jam operasional, yang dipantau langsung melalui panel *Hour Meter* (HM). Tahapan ekstraksi data selalu diawali dengan mengambil sampel

fluida dari tangki hidrolik menggunakan wadah transparan yang steril dan tertutup rapat untuk mencegah masuknya kontaminan dari udara sekitar.

Pada unit Genie GS-1930 E-Drive, energi listrik dari baterai digunakan untuk menggerakkan motor DC yang kemudian menggerakkan pompa hidrolik sehingga menghasilkan tekanan fluida yang diperlukan untuk mengoperasikan silinder pengangkat platform [2]. Kontaminasi oli hidrolik dapat diartikan sebagai penetrasi bahan asing ke dalam sistem fluida yang berpotensi mengubah karakteristik fisik dan kimia dari oli, sehingga mengurangi efisiensinya sebagai medium untuk mentransmisikan daya dan berfungsi sebagai pelumas. [5] Secara mekanis, oli hidrolik memiliki empat fungsi utama, yaitu sebagai media transmisi tenaga, pelumas komponen bergerak, media pendingin, dan pelindung permukaan logam dari korosi. Ketika oli masih bersih, keempat fungsi tersebut bekerja secara optimal sehingga energi hidrolik dapat ditransmisikan dengan efisiensi tinggi. Namun setelah terjadi kontaminasi oleh partikel logam, debu, air maupun hasil oksidasi, kemampuan oli mengalami penurunan sehingga efisiensi sistem ikut menurun [7]

Kontaminasi partikel menyebabkan lapisan pelumas (*lubricating film*) menjadi tidak stabil sehingga kontak langsung antarpermukaan logam semakin sering terjadi. Kondisi tersebut meningkatkan koefisien gesekan, mempercepat keausan pompa hidrolik, spool valve, serta silinder. Akibatnya terbentuk celah keausan yang menyebabkan kebocoran internal (*internal leakage*) sehingga sebagian debit oli kembali ke sisi tekanan rendah tanpa menghasilkan gaya angkat yang maksimal. Kondisi tersebut menyebabkan aktuator bergerak lebih lambat walaupun putaran pompa relatif tetap [6]

Partikel padat merupakan jenis kontaminan yang paling berbahaya karena bersifat abrasif dan dapat mempercepat keausan pada pompa, katup, dan silinder hidrolik [6]. Air yang berfungsi sebagai pencemar juga dapat mengurangi kemampuan pelumasan dari minyak, mempercepat reaksi oksidasi, dan memicu terjadinya korosi pada permukaan metal. [3]. Dalam sistem hidrolik bertekanan tinggi, keberadaan air bahkan dalam jumlah kecil dapat memicu terjadinya kavitasi yang berpotensi merusak permukaan pompa dan silinder [3]

Hasil studi mengindikasikan bahwa transisi warna oli dari keadaan transparan menjadi cokelat tua yang pekat, bersamaan dengan kemunculan

partikel kotoran, menandakan terjadinya penurunan kualitas fluida hidrolik. Keadaan ini selaras dengan konsep yang menyebutkan bahwa perubahan tampilan oli adalah tanda meningkatnya level kontaminasi dalam sistem hidrolik. [4]

Penurunan tekanan sistem yang terjadi selama masa pengamatan menunjukkan berkurangnya kemampuan oli dalam mentransmisikan energi secara efisien. Peningkatan kontaminasi partikel menyebabkan peningkatan gesekan internal sehingga efisiensi volumetrik pompa mengalami penurunan.[6]

Peningkatan suhu operasi hingga mencapai lebih dari 50°C mengindikasikan terjadinya peningkatan gesekan internal akibat menurunnya kualitas pelumasan oli. Kondisi ini dapat mempercepat degradasi viskositas fluida dan memperburuk performa sistem hidrolik [3]. Perlambatan dalam waktu respons aktuator yang terlihat pada akhir periode pengamatan mengindikasikan adanya penurunan energi hidrolik disebabkan oleh bertambahnya resistensi aliran cairan. Situasi ini konsisten dengan teori yang menyatakan bahwa berkurangnya debit aliran akan mengakibatkan pengurangan energi hidrolik yang dihasilkan oleh sistem [6]

Kontaminasi oli juga berpengaruh terhadap efisiensi volumetrik pompa hidrolik. Partikel keras yang terbawa bersama aliran oli menyebabkan permukaan gear, piston maupun vane pompa mengalami keausan secara bertahap sehingga celah antar komponen menjadi lebih besar. Akibat bertambahnya celah tersebut terjadi internal leakage, yaitu sebagian fluida bertekanan kembali menuju sisi bertekanan rendah di dalam pompa. Kebocoran internal menyebabkan debit efektif pompa menurun sehingga tekanan yang diteruskan menuju aktuator menjadi lebih kecil dibandingkan kondisi normal [8]

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas oli hidrolik merupakan faktor yang sangat menentukan keandalan sistem hidrolik Scissorlift Genie GS-1930 E-Drive. Pengendalian kontaminasi melalui filtrasi yang baik, inspeksi berkala, analisis kondisi oli, serta penggantian oli sesuai kondisi aktual menjadi langkah penting untuk mempertahankan performa sistem, memperpanjang umur komponen, dan meningkatkan keselamatan operasi alat[5]

Temuan penelitian ini juga mendukung konsep *Condition-Based Maintenance* yang menekankan pentingnya pemantauan kondisi aktual sistem sebagai dasar pengambilan keputusan perawatan [9]

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kualitas dari oli hidrolik memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja dari sistem hidrolik pada scissor lift Genie GS-1930 E-Drive. Kontaminasi oli yang terlihat melalui perubahan warna, keberadaan partikel, kenaikan suhu operasional, penurunan tekanan sistem, serta lambatnya respons dari aktuator mengakibatkan efisiensi dan keandalan sistem hidrolik menurun. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan tingkat kontaminasi oli berbanding lurus dengan penurunan performa sistem hidrolik. Pada saat kondisi oli masih bersih, sistem hidrolik bekerja secara optimal dengan tekanan yang stabil, respons aktuator cepat, dan temperatur operasi normal [10].

Pengelolaan perawatan yang tepat oleh teknisi berpengalaman menjadi kunci dalam menjaga kinerja optimal sistem hidrolik [11].

Pemantauan kondisi oli melalui pengamatan visual dan parameter operasional terbukti dapat berfungsi sebagai metode sistem peringatan dini untuk mendeteksi penurunan kualitas oli sebelum terjadinya kerusakan yang lebih serius. Oleh karena itu, penerapan Pemeliharaan Berbasis Kondisi melalui pemantauan rutin keadaan oli dapat meningkatkan keselamatan kerja, memperpanjang umur komponen, dan mempertahankan produktivitas operasional alat [12].

Daftar Rujukan

- [1] N. Asri and E. S. L. Octaviana, "Aktivitas Olahraga Di Masa Pandemi COVID-19 Terhadap Tingkat Stres Mahasiswa Pendidikan Olahraga Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin," *Hal. Olahraga Nusantara. J. Ilmu Keolahragaan*, vol. 4, no. 1, pp. 53–65, 2021.
- [2] D. A. Duque-Sarmiento and D. A. Baño-Morales, "Assessment of hydraulic oil properties during operation of a mini loader," *Lubricants*, vol. 12, no. 9, p. 320, 2024.
- [3] S. Tian *et al.*, "Effect of the countersunk hole depth on tensile-tensile fatigue behavior of riveted specimens of AA2024-T3 alloy," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 115, p. 104639, 2020.
- [4] F. Ng, J. A. Harding, and J. Glass, "Improving hydraulic excavator performance through in line hydraulic oil contamination monitoring," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 83, pp. 176–193, 2017.
- [5] J. Lesmana and Z. Zhakendry, "Analisa Pengaruh Kontaminasi oli Dalam Sirkulasi Oli Hydraulic Power Unit Pada Train Loading Station (TLS 101) di Tambang Air Laya Tanjung Enim," *J. Ilm. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 3, pp. 157–162, 2025.
- [6] H.-G. Jeon, J.-K. Kim, S.-J. Na, M.-S. Kim, and S.-H. Hong, "Application of condition monitoring for hydraulic oil using tuning fork sensor: A study case on hydraulic system of earth moving machinery," *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 21, p. 7657, 2022.
- [7] S. S. Kalligeros, "Predictive Maintenance of Hydraulic Lifts through Lubricating Oil Analysis," *Machines*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2014. doi: 10.3390/machines2010001.
- [8] R. A. W. Dari, "Analisa Optimalisasi Tekanan Minyak Lumas Terhadap Kinerja Mesin Induk di KM. Kendhaga Nusantara 04." Politeknik Pelayaran Surabaya, 2025.
- [9] X. Ai *et al.*, "Flavor physics at the CEPC: a general perspective," *Chinese Phys. C*, vol. 49, no. 10, p. 103003, 2025.
- [10] S. Lütke Notarp, "ISO 4406: Hydraulic fluid power—Fluids—Method for coding the level of contamination by solid particles," *ISO Copyr. Off. Genf*, 1999.
- [11] M. Oscarsson, "A hydropneumatic suspension parameter study on heavy multi-axle vehicle handling." 2015.
- [12] I. Ikhwanuddin, M. A. Jatmiko, A. N. F. Irwan, F. Hidayah, and J. Marbun, "Inovasi Sistem Electronic Nose untuk Monitoring Kualitas Oli dan Deteksi Dini Kerusakan Ring Piston pada Mesin Kapal Nelayan (Studi Kasus: Kampung Nelayan Desa Kronjo)," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 735–748, 2025.