



Analisis Hubungan Tekanan Oli terhadap Stabilitas RPM Engine Lycoming O-540 pada Helikopter Robinson R44

Ariyanto^{1*}, Tati Noviati², Adam Rafid³

^{1*} Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Indonesia

² Teknik Sipil, Universitas Gunadarma, Indonesia

³ Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Indonesia

Jl. Margonda Raya No.100 Pondok Cina Depok Jawa Barat

Korespondensi penulis: ariyanto@staff.gunadarma.ac.id

Abstract. *This study analyzes the improvement of the lubrication system of a Lycoming O-540 piston engine used in the Robinson R44 helicopter and its effect on operational engine performance. The research applies an applied engineering case-study approach through direct observation, technical inspection, and pilot interviews during ground run and flight test phases. Key performance parameters evaluated include oil pressure, engine rotational speed (RPM), and oil temperature, referring to manufacturer operational standards. The results indicate that lubrication system improvement, particularly oil filter inspection and oil replacement, significantly increases oil pressure stability within the range of 101–102% engine RPM during operation. Furthermore, the maximum oil temperature of 245°F (118°C) remains within allowable limits, ensuring safe and optimal engine performance. The findings confirm that proper lubrication system maintenance plays a critical role in maintaining engine reliability, operational safety, and performance stability of the Robinson R44 helicopter. This study provides a practical reference for aircraft piston engine maintenance based on real operational conditions..*

Keywords: *Lycoming O-540 engine, lubrication system, oil pressure, engine performance, helicopter maintenance*

Abstrak. Penelitian ini menganalisis perbaikan sistem pelumasan pada engine piston Lycoming O-540 yang digunakan pada helikopter Robinson R44 serta pengaruhnya terhadap kinerja operasional engine. Penelitian ini menggunakan pendekatan *applied engineering* dengan metode studi kasus melalui observasi langsung, inspeksi teknis, dan wawancara dengan pilot selama tahap *ground run* dan *flight test*. Parameter kinerja yang dianalisis meliputi tekanan oli, putaran engine (RPM), dan suhu oli dengan mengacu pada standar operasional pabrikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan sistem pelumasan, khususnya melalui pemeriksaan filter oli dan penggantian oli, mampu meningkatkan kestabilan tekanan oli hingga mencapai kisaran 101–102% RPM engine selama operasi. Selain itu, suhu maksimum oli sebesar 245°F (118°C) masih berada dalam batas aman yang ditetapkan. Temuan ini membuktikan bahwa sistem pelumasan yang terawat dengan baik berperan penting dalam menjaga keandalan engine, keselamatan operasi, dan stabilitas kinerja helikopter Robinson R44. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam perawatan engine helikopter berbasis kondisi operasional nyata.

Kata kunci: engine Lycoming O-540, sistem pelumasan, tekanan oli, kinerja engine, perawatan helikopter

LATAR BELAKANG

Helikopter merupakan pesawat udara bersayap putar yang memiliki karakteristik operasi khusus, seperti kemampuan lepas landas dan mendarat secara vertikal (*vertical take-off and landing*), *hovering*, serta manuver pada area terbatas. Karakteristik tersebut

Received: Desember 28, 2025; Revised: Januari 7, 2026; Accepted: Januari 7, 2026; Online Available: Januari 8, 2026; Published Januari 8, 2026;

*Corresponding author, ariyanto@staff.gunadarma.ac.id

menyebabkan sistem propulsi helikopter bekerja pada kondisi beban yang relatif tinggi dan berubah-ubah, sehingga keandalan engine menjadi faktor utama dalam menjamin keselamatan dan performa operasi penerbangan (Fendi & Djamari, 2014).

Helikopter Robinson R44 termasuk dalam kategori helikopter ringan yang banyak digunakan untuk keperluan pelatihan penerbangan, patroli, survei udara, serta transportasi ringan. Helikopter ini menggunakan engine piston tipe Lycoming O-540, yang mengandalkan sistem pelumasan sebagai komponen vital untuk mengurangi gesekan antar komponen, mengendalikan temperatur kerja, serta menjaga kestabilan putaran engine (RPM) selama operasi penerbangan (Widianto & Hartopo, 2016).

Sistem pelumasan pada engine pesawat piston berfungsi untuk memastikan distribusi oli yang memadai ke seluruh komponen bergerak, sekaligus berperan dalam pendinginan dan pencegahan keausan. Apabila sistem pelumasan tidak bekerja secara optimal, dapat terjadi penurunan tekanan oli, peningkatan temperatur engine, serta ketidakstabilan RPM, yang berpotensi menyebabkan penurunan kinerja engine bahkan kegagalan mekanis selama penerbangan (Widianto & Hartopo, 2016).

Dalam praktik operasional di lapangan, permasalahan sistem pelumasan engine helikopter tidak selalu muncul pada saat inspeksi berkala, seperti inspeksi 100 jam terbang, tetapi dapat terjadi akibat kondisi operasional tertentu. Salah satu indikasi yang sering ditemukan adalah tekanan oli yang tidak mencapai batas standar operasi, sehingga memengaruhi kestabilan RPM engine dan kinerja rotor helikopter. Kondisi ini menuntut adanya analisis teknis terhadap perbaikan sistem pelumasan berdasarkan kondisi operasional nyata (*real operational condition*), bukan hanya mengacu pada prosedur perawatan secara teoritis.

Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya lebih banyak membahas aspek aerodinamika dan performa rotor helikopter, seperti karakteristik rotor dan pengaruh geometri terhadap gaya angkat serta performa terbang (Fendi & Djamari, 2014; Diantoro et al., 2022). Sementara itu, kajian yang secara spesifik menganalisis perbaikan sistem pelumasan engine piston helikopter berdasarkan kondisi operasional aktual masih relatif terbatas. Padahal, sistem pelumasan memiliki peran penting dalam menjaga keandalan engine dan keselamatan penerbangan.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian yang menganalisis perbaikan sistem pelumasan pada engine Lycoming O-540 serta pengaruhnya terhadap kinerja operasional helikopter Robinson R44. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam bidang teknik mesin, khususnya sebagai referensi teknis bagi engineer dan praktisi perawatan helikopter dalam meningkatkan keandalan dan keselamatan operasi penerbangan.

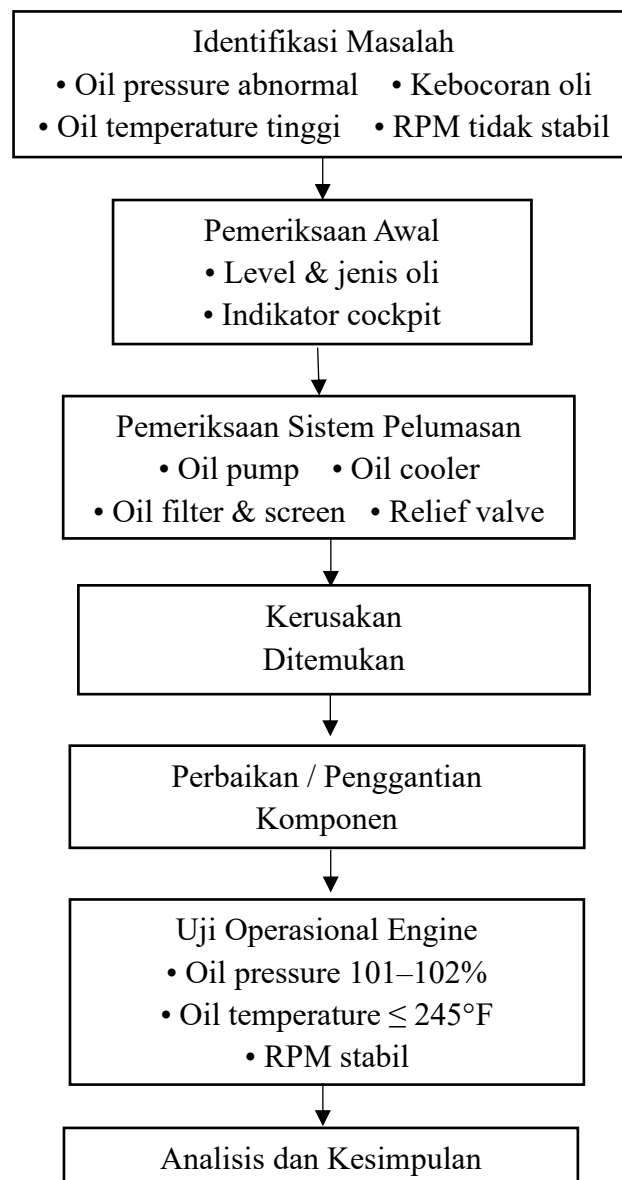
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied engineering*) dengan pendekatan studi kasus yang bertujuan untuk menganalisis perbaikan sistem pelumasan pada engine piston Lycoming O-540 yang digunakan pada helikopter Robinson R44 berdasarkan kondisi operasional nyata di lapangan. Penelitian dilakukan pada tahap *ground run* dan uji terbang (*flight test*) dengan melibatkan engineer perawatan helikopter serta pilot yang berpengalaman. Objek penelitian difokuskan pada sistem pelumasan engine sebagai komponen vital yang berpengaruh terhadap kinerja dan keandalan operasi helikopter.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi teknis secara langsung terhadap kondisi engine selama proses *engine start*, *ground run*, dan uji terbang. Parameter yang diamati meliputi tekanan oli, putaran engine (RPM), dan suhu oli selama operasi helikopter. Selain itu, dilakukan inspeksi teknis pada sistem pelumasan, khususnya pada filter oli dan kondisi oli engine, yang meliputi pembongkaran filter oli, pemeriksaan adanya kontaminasi, serta penggantian oli sesuai dengan prosedur perawatan yang berlaku. Wawancara terstruktur juga dilakukan dengan pilot dan engineer untuk memperoleh informasi pendukung terkait gejala operasional yang terjadi selama penerbangan, terutama yang berkaitan dengan ketidakstabilan tekanan oli dan RPM engine.

Prosedur penelitian diawali dengan observasi awal untuk mengidentifikasi permasalahan sistem pelumasan berdasarkan indikator tekanan oli dan RPM engine. Selanjutnya dilakukan perbaikan sistem pelumasan melalui inspeksi dan pembersihan filter oli serta penggantian oli engine. Setelah perbaikan, dilakukan *ground run check* untuk memastikan kestabilan parameter operasional engine, kemudian dilanjutkan

dengan uji terbang (*flight test*) guna mengevaluasi kinerja engine setelah perbaikan. Data hasil pengujian sebelum dan sesudah perbaikan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai parameter operasional engine terhadap batas standar yang ditetapkan oleh pabrikan. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi pengaruh perbaikan sistem pelumasan terhadap kinerja operasional engine Lycoming O-540 pada helikopter Robinson R44. Alur perbaikan sistem pelumasan engine Lycoming O-540 pada helikopter Robinson R44 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perbaikan sistem pelumasan engine Lycoming O-540

Observasi Permasalahan Engine Lycoming 540

Pada tahap ini, *engineer* mengamati saat helikopter akan menghidupkan mesin dan akan dilakukan praktek uji coba penerbangan oleh pilot untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada *engine* selama melakukan penerbangan.



Gambar 2. Proses uji terbang

Setelah melakukan uji terbang, didapatkan beberapa faktor pemicu terjadinya permasalahan pada *engine* helikopter, dimana indikator tekanan pelumas terlalu rendah. Akibat dari tekanan pelumas ini rendah RPM pada helikopter akan turun dan *engine* harus dilakukan perbaikan.

Faktor dilapangan sebelum 100 jam terbang pada helikopter, mengharuskan perbaikan *engine* dimana, RPM tidak tercapai pada angka 101 hingga 102 %. Dengan demikian para *engineer* sudah dapat menentukan faktor permasalahan yang ada pada helikopter. *Engineer* diharuskan untuk melakukan perbaikan *engine* pada helikopter.

Proses Perbaikan Engine Lycoming 540

Setelah mengetahui permasalahan yang terjadi pada helikopter tersebut, para *engineer* akan melakukan pembongkaran pada filter oli helikopter. Langkah-langkah yang dilakukan oleh *engineer* saat melakukan pembongkaran filter oli pada *engine* helikopter yaitu dengan melepaskan *screw* yang menutup filter oli. Setelah itu, melepaskan semua bagian-bagian yang ada di bagian filter oli secara bertahap.

Saat semua bagian-bagian sudah terlepas, *engineer* memastikan tidak adanya kotoran yang ada pada filter oli. Apabila terdapat kotoran di filter oli maka, diharuskan untuk mengganti oli agar kotoran atau partikel-partikel yang ada di dalam dapat terkuras semuanya.

Apabila tangki sudah dalam keadaan bersih maka tutup kembali bagian-bagian yang telah dilepaskan agar dilakukan pengisian oli pada tangki sampai dengan terisi penuh. Setelah oli terisi penuh maka akan dilakukan proses *groundrun check*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan pengujian yang dilakukan pada helikopter Robinson R44 dengan engine Lycoming O-540, diperoleh data kinerja engine sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan sistem pelumasan. Pengujian dilaksanakan melalui tahap *ground run* dan uji terbang (*flight test*) dengan memantau parameter tekanan oli, putaran engine (RPM), dan suhu oli sebagai indikator utama kinerja operasional engine. Parameter batas operasi engine Lycoming O-540 yang digunakan sebagai acuan analisis ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas operasi engine Lycoming O-540

Parameter	Nilai
Kecepatan kontinu	95%
Kecepatan transien	99%

Sebelum dilakukan perbaikan, tekanan oli yang terindikasi pada panel instrumen berada di bawah batas operasi optimal, yang menyebabkan ketidakstabilan putaran engine. Kondisi ini mengakibatkan RPM engine tidak mampu mencapai kisaran operasi yang direkomendasikan, yaitu 101–102% selama penerbangan. Tekanan oli yang rendah mengindikasikan distribusi pelumasan yang tidak optimal, sehingga meningkatkan gesekan antar komponen dan menurunkan efisiensi kerja engine. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Widiyanto dan Hartopo (2016) yang menyatakan bahwa penurunan tekanan oli pada engine pesawat piston dapat berdampak langsung pada kestabilan kinerja engine dan potensi peningkatan keausan komponen.

Hasil pengujian parameter engine setelah dilakukan perbaikan sistem pelumasan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian engine setelah perbaikan sistem pelumasan

Parameter	Nilai
Kecepatan kontinu	102% (2718 RPM)
Kecepatan transien	105% (2800 RPM)
Tekanan oli minimum (<i>idle</i>)	25 psi
Tekanan oli minimum (<i>flight</i>)	55 psi
Tekanan oli maksimum (<i>flight</i>)	95 psi
Tekanan oli maksimum (<i>start & warm-up</i>)	115 psi

Setelah dilakukan perbaikan sistem pelumasan melalui inspeksi dan pembersihan filter oli serta penggantian oli engine, terjadi peningkatan kestabilan tekanan oli baik pada saat *ground run* maupun uji terbang. Tekanan oli selama penerbangan tercatat berada dalam rentang 55–95 psi, sementara pada kondisi *engine start* dan *warm-up* tekanan oli mencapai hingga 115 psi, yang masih berada dalam batas aman operasional. Kestabilan tekanan oli ini menunjukkan bahwa aliran pelumas ke seluruh komponen engine telah kembali optimal, sehingga mampu mengurangi gesekan dan menjaga temperatur kerja engine.

Peningkatan kinerja sistem pelumasan tersebut berdampak langsung terhadap kestabilan putaran engine. Hasil pengujian setelah perbaikan menunjukkan bahwa RPM engine mampu mencapai dan mempertahankan kisaran 101–102% selama operasi normal. Pada kondisi *transient*, putaran engine tercatat mencapai hingga 105% tanpa menunjukkan indikasi penurunan performa. Kestabilan RPM ini sangat penting karena berkaitan langsung dengan kinerja rotor helikopter dan kemampuan helikopter untuk mempertahankan kondisi terbang yang aman. Hasil ini memperkuat pernyataan Fendi dan Djamari (2014) bahwa kestabilan sistem propulsi dan engine berperan penting dalam menjaga performa dan keselamatan operasi helikopter.

Selain itu, suhu maksimum oli yang terukur selama pengujian mencapai 245°F (118°C), yang masih berada dalam batas standar operasional pabrikan. Suhu oli yang

terkendali menunjukkan bahwa sistem pelumasan tidak hanya berfungsi sebagai media pelumas, tetapi juga sebagai media pendingin engine. Kondisi ini penting untuk mencegah terjadinya *overheating* yang dapat mempercepat degradasi oli dan memperpendek umur pakai komponen engine.

Hasil pengujian kecepatan rotor juga menunjukkan kinerja yang stabil setelah perbaikan sistem pelumasan. Pada kondisi *power on*, kecepatan rotor berada pada kisaran 101–102%, sedangkan pada kondisi *power off* kecepatan rotor berada dalam rentang 90–108%. Rentang tersebut masih berada dalam batas aman operasi helikopter Robinson R44. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan sistem pelumasan memberikan kontribusi tidak langsung terhadap kestabilan sistem rotor melalui peningkatan kinerja engine secara keseluruhan. Kecepatan rotor helikopter setelah perbaikan sistem pelumasan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan rotor helikopter Robinson R44

Kondisi	Minimum	Maksimum
Power on	101%	102%
Power off	90%	108%

Proses perbaikan sistem pelumasan melalui pengisian dan pemeriksaan oli ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Proses pengisian oli pada engine Lycoming O-540

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan sistem pelumasan pada engine Lycoming O-540 memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kinerja operasional helikopter Robinson R44. Temuan ini menegaskan pentingnya perawatan sistem pelumasan berbasis kondisi operasional nyata sebagai upaya untuk menjaga keandalan engine dan keselamatan penerbangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi praktisi perawatan helikopter dalam melakukan tindakan perbaikan yang tepat terhadap sistem pelumasan engine.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perbaikan sistem pelumasan pada engine Lycoming O-540 memberikan pengaruh positif terhadap kinerja operasional helikopter Robinson R44. Perbaikan yang dilakukan melalui inspeksi dan pembersihan filter oli serta penggantian oli engine terbukti mampu meningkatkan kestabilan tekanan oli selama *ground run* maupun uji terbang.

Kestabilan tekanan oli yang berada dalam batas standar operasional pabrikan berdampak langsung pada peningkatan kestabilan putaran engine (RPM). Setelah perbaikan sistem pelumasan, RPM engine mampu mencapai dan mempertahankan kisaran operasi yang direkomendasikan, yaitu 101–102% selama penerbangan normal, serta tetap stabil pada kondisi *transient*. Selain itu, suhu oli selama operasi juga berada dalam batas aman, menunjukkan bahwa sistem pelumasan berfungsi secara optimal sebagai media pelumas dan pendingin engine.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa sistem pelumasan memiliki peran penting dalam menjaga keandalan dan kinerja engine piston helikopter. Oleh karena itu, perawatan dan perbaikan sistem pelumasan yang dilakukan berdasarkan kondisi operasional nyata sangat diperlukan untuk mendukung keselamatan dan stabilitas operasi helikopter Robinson R44. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi engineer dan praktisi perawatan helikopter dalam meningkatkan efektivitas perawatan engine pesawat.

DAFTAR REFERENSI

- Diantoro, I., Darmanto, A., & Saefullah, L. (2022). Pengaruh lokasi ketebalan maksimum airfoil simetrikal terhadap coefficient lift pada main rotor helikopter Bell 412. *Jurnal Mekanikasista*, 10(1), 36–48.
- Fendi, H. A., & Djamari, F. X. (2014). Karakteristik aerodinamik rotor helikopter Synergy N9. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 4(3).
- Geroda, L. C. R. (2022). *Analisis performa heat exchanger dengan variasi arah aliran dan penambahan vortex generator untuk mengatasi icing pada karburator pesawat piston engine* (Disertasi doctoral). Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan Yogyakarta.
- Pramana, H., & Bakar, A. (2017). Analisis karakteristik aerodinamik pengaruh penambahan berp blade pada main rotor helikopter Synergy N9 menggunakan perangkat lunak Numeca. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 4(3).
- Saroinson, H. S., Poekoel, V. C., & Manembu, P. D. (2018). Rancang bangun wahana pesawat tanpa awak (fixed wing) berbasis Ardupilot. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(1), 73–84.
- Widianto, E. Y., & Hartopo, H. (2016). Analisis terjadinya high oil consumption pada lubrication system pesawat Boeing 737-500 PK-GGF. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 6(1).