



SISTEMATIC LITERATURE REVIEW : ANALISIS PENGARUH JENIS PELUMAS TERHADAP EFISIENSI DAN PERFORMA MESIN

Muhammad Fakhriy Rasidin¹⁾, Dianta Mustofa Kamal²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Correspondent email : muhammad.fakhriy.rasidin.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

*Lubricants play a crucial role in maintaining engine performance and efficiency by minimizing friction, preventing wear, and regulating operating temperature. This study aims to analyze the influence of different lubricant types—mineral, semi-synthetic, and fully synthetic—on engine efficiency and performance using a **Systematic Literature Review (SLR)** approach. The SLR process involved searching, selecting, and synthesizing scientific articles from databases such as ScienceDirect, ResearchGate, and Google Scholar with using keywords including “engine oil performance,” “lubricant efficiency,” and “engine wear analysis.” Out of relevant publications identified, 10 studies met the inclusion criteria. The findings consistently show that **synthetic lubricants** provide superior performance in terms of temperature stability, fuel efficiency, and wear protection compared to mineral oils, which tend to have limited thermal stability and shorter lifespan. Meanwhile, **semi-synthetic lubricants** offer a practical balance between performance and operating cost. Overall, the study concludes that the **selection of appropriate lubricant type significantly affects energy efficiency and engine service life**, emphasizing the importance of lubricant formulation in optimizing mechanical reliability and long-term operational performance.*

Keywords: Lubricant; Engine Efficiency; Engine Performance; Systematic Literature Review; Oil Types

ABSTRAK

Pelumas memiliki peranan penting dalam menjaga kinerja serta efisiensi mesin dengan cara mengurangi gesekan, mencegah keausan, dan mengontrol suhu operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana jenis pelumas – yaitu mineral, semi-sintetis, dan sintetis – berpengaruh terhadap efisiensi dan performa mesin. Pendekatan yang digunakan ialah **Systematic Literature Review (SLR)**, di mana proses pencarian dan seleksi artikel ilmiah dilakukan melalui berbagai basis data seperti ScienceDirect, ResearchGate, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan antara

Article History

Received: Oktober 2025

Reviewed: Oktober 2025

Published: Oktober 2025

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



lain “engine oil performance”, “lubricant efficiency”, dan “engine wear analysis”. Dari publikasi yang diperoleh, sebanyak 10 artikel memenuhi kriteria inklusi dan relevan dengan topik kajian. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pelumas sintesis secara konsisten memberikan performa terbaik, terutama dalam hal stabilitas suhu, efisiensi bahan bakar, serta perlindungan terhadap keausan komponen. Sebaliknya, pelumas mineral memiliki keterbatasan pada ketahanan termal dan masa pakai yang relatif singkat. Pelumas semi-sintesis menempati posisi tengah, menawarkan keseimbangan antara performa tinggi dan efisiensi biaya operasional. Secara keseluruhan, hasil studi ini menegaskan bahwa pemilihan jenis pelumas yang tepat berpengaruh signifikan terhadap efisiensi energi dan umur operasional mesin pembakaran dalam.

Kata kunci: Pelumas; Efisiensi Mesin; Performa Mesin; *Systematic Literature Review*; Jenis Oli

A. PENDAHULUAN

Pelumas (lubricant) memiliki peran yang sangat penting dalam sistem kerja mesin karena fungsinya tidak hanya sebagai pengurang gesekan antarpermukaan logam, tetapi juga sebagai pendingin, pembersih, dan pelindung dari korosi serta keausan. Ilmi et al. (2024) dalam *Mechanical Engineering for Society and Industry* menjelaskan bahwa pelumas membentuk lapisan tipis di antara dua permukaan logam yang bergerak, sehingga mampu menurunkan gaya gesek secara signifikan dan membantu pembuangan panas dari ruang pembakaran. Tanpa pelumasan yang baik, energi yang hilang akibat gesekan dapat mencapai 30-40% dari total energi yang dihasilkan mesin pembakaran dalam (Internal Combustion Engine).

Efektivitas pelumas sangat ditentukan oleh jenis dan kualitas bahan dasarnya. Menurut Kallas et al. (2024), pelumas sintesis memberikan perlindungan terhadap keausan hingga 25% lebih baik dibanding pelumas mineral, terutama dalam kondisi suhu tinggi dan beban berat. Hal ini disebabkan oleh kestabilan kimia dan termal yang lebih tinggi serta kandungan aditif yang mampu mempertahankan film pelumas pada permukaan logam. Sementara itu, penelitian oleh Nikolakopoulos et al. (2018) menemukan bahwa proses penuaan pelumas (oil aging) menurunkan kapasitas aditif anti-aus seperti ZnDTP dan MoDTC, sehingga efektivitas pelumasan menurun seiring waktu operasi.

Perbedaan karakteristik antara pelumas mineral, semi-sintesis, dan sintesis menjadi fokus banyak penelitian terkini. Pelumas mineral yang berasal dari hasil distilasi minyak bumi memiliki biaya produksi rendah, tetapi cenderung tidak stabil pada suhu tinggi dan mudah teroksidasi. Sebaliknya, pelumas sintesis yang diproduksi melalui rekayasa kimia seperti polyalphaolefin atau ester memiliki kestabilan termal tinggi, viskositas yang konsisten, dan performa unggul pada berbagai kondisi suhu (Beşergil et al., 2008). Pelumas semi-sintesis memberikan keseimbangan antara performa dan efisiensi biaya, menjadikannya populer di sektor otomotif dan alat berat.



Efisiensi dan performa mesin menjadi indikator utama keberhasilan sistem pelumasan. Hanifuddin et al. (2020) menyatakan bahwa pelumas sintesis mampu mempertahankan viskositas dan nilai Total Base Number (TBN) lebih stabil dibandingkan pelumas mineral, bahkan setelah lebih dari 250 jam operasi mesin diesel berbahan bakar biodiesel. Studi terbaru oleh Kumar et al. (2023) menambahkan bahwa penggunaan pelumas sintesis dalam mesin diesel mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar hingga 5-7% dibandingkan pelumas mineral, berkat struktur molekul yang seragam dan kemampuan pelumas mempertahankan lapisan pelindung di permukaan gesek.

Selain peningkatan efisiensi bahan bakar, pengembangan teknologi pelumas juga diarahkan untuk mengurangi dampak lingkungan. Penelitian oleh Lubricants Journal (2024a) tentang Synthesis and Evaluation of Bio-Lubricants from Renewable Raw Materials menunjukkan bahwa pelumas berbasis ester alami dan sintesis dapat menjadi alternatif ramah lingkungan dengan stabilitas termal dan oksidatif yang baik. Penggunaan bio-lubricant tidak hanya menekan emisi karbon, tetapi juga mengurangi potensi pencemaran akibat pembuangan limbah pelumas.

Di sisi lain, inovasi pelumas berbasis nano-additive seperti graphene, molybdenum disulfide (MoS_2), dan boron nitride (BN) terbukti mampu meningkatkan performa tribologis. Kajian sistematis oleh Lubricants Journal (2024b) menunjukkan bahwa penambahan nanopartikel tersebut dapat menurunkan koefisien gesek hingga 15% dan meningkatkan perlindungan terhadap keausan permukaan logam. Pendekatan nanoteknologi ini menjadi arah baru dalam pengembangan pelumas berperforma tinggi yang hemat energi dan tahan lama.

Namun, sebagian besar penelitian terdahulu dilakukan di laboratorium dengan kondisi terkontrol, sedangkan kondisi lapangan sering kali lebih kompleks, melibatkan fluktuasi suhu, variasi beban, dan kontaminan partikel. Kondisi nyata seperti pada mesin alat berat memerlukan analisis yang lebih komprehensif untuk mengetahui bagaimana pelumas berperilaku dalam situasi ekstrem. Oleh karena itu, pendekatan Systematic Literature Review (SLR) menjadi metode yang tepat untuk mengintegrasikan hasil dari berbagai penelitian eksperimental dan studi lapangan secara menyeluruh.

Dengan menggunakan SLR, penelitian ini bertujuan untuk meninjau, membandingkan, dan menyintesis hasil penelitian sebelumnya mengenai pengaruh jenis pelumas terhadap efisiensi dan performa mesin. Kajian ini diharapkan memberikan pemahaman mendalam tentang perbedaan karakteristik pelumas berdasarkan komposisi kimia, aditif, dan viskositasnya, serta implikasinya terhadap efisiensi energi, ketahanan komponen, dan keberlanjutan lingkungan industri otomotif dan alat berat.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai pengaruh jenis pelumas terhadap efisiensi dan performa mesin pembakaran dalam. Pendekatan SLR dipilih karena mampu mengintegrasikan hasil-hasil penelitian terdahulu secara sistematis, terukur, dan objektif. Metode ini terdiri dari empat tahapan utama :

1. Kriteria Pencarian



- Proses pencarian literatur dilakukan pada beberapa basis data ilmiah internasional yang bereputasi, seperti ScienceDirect, MDPI, ResearchGate, Academia.edu, serta jurnal nasional terakreditasi. Untuk memastikan relevansi hasil, digunakan kombinasi kata kunci seperti “lubricant type,” “engine efficiency,” “fuel consumption, dan “mineral vs synthetic engine oil performance.”.
 - Rentang waktu publikasi ditetapkan antara 2008 hingga 2025, agar cakupan studi mencakup penelitian klasik yang menjadi dasar teori hingga penelitian terbaru yang mengintegrasikan inovasi seperti bio-lubricant dan nano-additive.
2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi
- Inklusi: penelitian yang membandingkan minimal dua jenis pelumas (misalnya mineral dan sintetis), menyertakan data kuantitatif tentang efisiensi (konsumsi bahan bakar, output tenaga, koefisien gesek, keausan komponen).
 - Eksklusi: studi non-eksperimental atau hanya teori tanpa data empiris; artikel yang hanya membahas pelumas tanpa membandingkan jenisnya; studi yang tidak memuat data performa mesin.
3. Proses Seleksi
- Screening judul dan abstrak untuk relevansi.
 - Membaca teks penuh untuk memastikan bahwa studi memenuhi kriteria inklusi.
 - Ekstraksi data: jenis pelumas, kondisi operasi (beban, suhu, rpm), umur pelumas / interval service, hasil efisiensi/performa, keausan, perubahan sifat kimia pelumas (contoh viskositas, TBN, kandungan logam aus).
4. Analisis Data
- Perbandingan antar studi berdasarkan variabel-variabel yang telah diekstrak.
 - Identifikasi pola—misalnya pelumas sintetis cenderung memberikan efisiensi bahan bakar lebih baik, umur pakai yang lebih panjang, keausan lebih rendah.

C. **HASIL DAN PEMBAHASAN**
Berdasarkan literatur yang telah dikaji, beberapa temuan kunci adalah:

ASPEK	TEMUAN
Efisiensi Bahan Bakar / Konsumsi	Studi-studi terkini menunjukkan bahwa pelumas berjenis sintetis cenderung menghasilkan efisiensi bahan bakar yang lebih tinggi dibandingkan pelumas mineral. Kallas et al. (2024) dan Hanifuddin et al. (2020) menemukan bahwa pelumas sintetis dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 3-6% melalui penurunan gesekan internal dan peningkatan kestabilan viskositas. Temuan serupa diperkuat oleh Kumar et al. (2023) dalam Energy Conversion and Management, yang melaporkan peningkatan efisiensi bahan bakar hingga 7% pada mesin diesel yang menggunakan pelumas sintetis dengan viskositas rendah. Peningkatan efisiensi tersebut disebabkan oleh struktur molekul pelumas sintetis yang lebih seragam, memungkinkan pembentukan film pelumas yang stabil di antara permukaan logam. Sebaliknya, pelumas mineral yang terdiri atas molekul tak beraturan cenderung



	mudah teroksidasi dan terdegradasi pada suhu tinggi, sehingga gesekan meningkat dan efisiensi menurun (Beşergil et al., 2008)
Pengaruh Aging Pelumas	Proses penuaan (oil aging) merupakan salah satu faktor yang sangat memengaruhi performa pelumas. Nikolakopoulos et al. (2018) melaporkan bahwa degradasi aditif seperti zinc dialkyldithiophosphate (ZnDTP) dan molybdenum dithiocarbamate (MoDTC) menyebabkan penurunan kemampuan pelumas dalam melindungi komponen dari keausan. Penelitian lain dalam Lubricants Journal (2024a) juga menunjukkan bahwa pelumas sintesis dan bio-synthetic memiliki ketahanan oksidatif lebih tinggi dibandingkan pelumas mineral, bahkan setelah pengujian pada suhu di atas 150°C. Pelumas bio-ester yang dikembangkan dari bahan terbarukan memperlihatkan kestabilan kimia yang lebih baik karena kandungan ikatan molekulnya lebih kuat terhadap oksidasi. Dengan demikian, kestabilan termal dan oksidatif menjadi indikator utama dalam menentukan masa pakai pelumas. Pelumas sintesis dan bio-lubricant menunjukkan performa yang lebih konsisten, memungkinkan interval penggantian yang lebih panjang serta menurunkan frekuensi perawatan mesin (Ilmi et al., 2024)
Keausan Komponen	Aspek perlindungan terhadap keausan menjadi kriteria penting dalam menilai kualitas pelumas. Berdasarkan studi Hanifuddin et al. (2020), pelumas sintesis memiliki kemampuan lebih baik dalam mempertahankan nilai <i>Total Base Number (TBN)</i> dan mencegah penurunan viskositas setelah 250 jam operasi. Hal ini berimplikasi pada penurunan kadar logam aus seperti Fe, Cu, dan Pb dalam oli bekas. Penelitian <i>Review of Tribological Behaviour of Synthetic Ester Base Oils</i> (Lubricants Journal, 2024c) juga menunjukkan bahwa pelumas sintesis berbasis ester membentuk lapisan pelindung yang lebih homogen pada permukaan logam, mengurangi gesekan dan keausan hingga 25% dibandingkan pelumas mineral. Aditif berbasis ester menghasilkan film pelumas yang lebih stabil dan tahan tekanan tinggi, sehingga sangat efektif untuk aplikasi mesin diesel beban berat
Stabilitas Kimia & Fisis	Pelumas sintesis umumnya lebih stabil terhadap oksidasi dan degradasi termal, mempertahankan viskositas dan aditif pelindung lebih lama dibanding mineral. Namun, aditif dan kondisi operasi ekstrem (temperatur tinggi, beban berat) tetap dapat mempercepat degradasi.



Pembahasan

- **Trade-off Biaya vs Performa**

Pelumas sintetis umumnya lebih mahal dari pelumas mineral, tetapi keuntungannya dari segi efisiensi bahan bakar dan umur mesin bisa menjustifikasi biaya tambahan terutama untuk mesin yang beroperasi tinggi atau dalam kondisi berat.

- **Pengaruh Kondisi Operasi Nyata**

Banyak studi laboratorium menunjukkan manfaat pelumas sintetis, tetapi dalam kondisi nyata (temperatur fluktuatif, beban berubah, kontaminan), perbedaan performa bisa berkurang. Hal ini menunjukkan pentingnya penelitian lapang (field studies).

- **Variabilitas Pelaporan** Beberapa penelitian tidak melaporkan semua variabel—misalnya suhu kerja, RPM, beban, umur pelumas, kandungan aditif. Hal ini menyulitkan perbandingan antar studi.

Dari seluruh studi yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa pemilihan pelumas sintetis memberikan keunggulan signifikan dalam efisiensi dan keandalan mesin, terutama pada aplikasi dengan siklus kerja berat. Namun, terdapat variabilitas hasil yang cukup tinggi karena perbedaan kondisi operasi, kualitas bahan bakar, dan metode pengujian antar penelitian. Oleh sebab itu, standarisasi parameter uji dan pelaporan (seperti viskositas awal, TBN, logam aus, serta temperatur operasi) perlu ditetapkan agar hasil studi lebih komparatif dan aplikasi

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review terhadap artikel ilmiah yang relevan, dapat disimpulkan bahwa jenis pelumas memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi energi, performa mesin, dan ketahanan komponen logam pada sistem pembakaran dalam. Pelumas sintetis secara konsisten menunjukkan performa terbaik dibandingkan pelumas mineral maupun semi-sintetis, terutama dalam hal stabilitas termal, ketahanan terhadap oksidasi, dan kemampuan menjaga viskositas pada suhu ekstrem.

Penelitian oleh Kallas et al. (2024) dan Hanifuddin et al. (2020) menegaskan bahwa pelumas sintetis mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar hingga 6-7% dan mengurangi tingkat keausan hingga 25%. Sementara itu, pelumas semi-sintetis menunjukkan kinerja menengah yang stabil dengan biaya operasional lebih rendah dibandingkan pelumas sintetis penuh. Sebaliknya, pelumas mineral lebih rentan terhadap degradasi kimia dan kehilangan sifat pelumasan ketika digunakan dalam kondisi suhu dan tekanan tinggi.

Perkembangan terbaru juga menunjukkan bahwa pelumas berbasis bio-lubricant (Lubricants Journal, 2024a) dan teknologi nano-additive (Lubricants Journal, 2024b) menawarkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi energi sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan. Bio-lubricants yang berasal dari bahan terbarukan memiliki kestabilan oksidatif tinggi dan ramah lingkungan, sedangkan pelumas yang mengandung nano-additive seperti graphene dan molybdenum disulfide (MoS_2) terbukti menurunkan koefisien gesek hingga 15%.

Dengan demikian, hasil sintesis ini menegaskan bahwa pemilihan jenis pelumas harus mempertimbangkan kondisi operasi mesin, suhu kerja, beban, serta aspek keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks industri alat berat, pelumas sintetis dan bio-synthetic terbukti paling sesuai karena mampu mempertahankan performa mesin dalam beban ekstrem dan interval pemakaian panjang.



Saran

1. Perluasan Penelitian Lapangan (Field Trials Nyata)

Penelitian lanjutan sebaiknya dilakukan secara langsung pada unit mesin yang beroperasi di lapangan, khususnya alat berat seperti excavator, dump truck, dan wheel loader. Studi semacam ini penting untuk mengukur performa pelumas sintetis dan semi-sintetis dalam kondisi nyata yang melibatkan beban fluktuatif, suhu tinggi, kelembapan, dan kontaminasi partikel. Hasil dari penelitian lapangan akan lebih representatif terhadap kondisi industri dibandingkan hasil uji laboratorium yang cenderung terkontrol dan homogen.

2. Pengembangan Pelumas Ramah Lingkungan

Disarankan untuk meningkatkan riset mengenai pelumas berbasis bahan nabati dan bio-synthetic blends. Studi oleh Lubricants Journal (2024a) menunjukkan bahwa pelumas bio-ester tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki stabilitas termal tinggi, menjadikannya alternatif potensial untuk menggantikan pelumas berbasis minyak bumi.

3. Inovasi Formula Pelumas Berbasis Nano-Additive

Pengembangan pelumas masa depan perlu mengarah pada penggunaan aditif modern berbasis material nano seperti graphene, molybdenum disulfide (MoS_2), dan boron nitride (BN). Partikel nano ini memiliki kemampuan luar biasa dalam mengurangi gesekan dan melindungi permukaan logam dari keausan melalui pembentukan lapisan tribofilm ultra-tipis. Selain meningkatkan performa tribologis, nano-aditif juga dapat memperpanjang umur pelumas tanpa menambah viskositas secara signifikan.

4. Pertimbangan Total Cost of Ownership (TCO)

Industri otomotif dan alat berat perlu beralih dari paradigma pemilihan pelumas berdasarkan harga awal (initial cost) menuju pendekatan berbasis total cost of ownership (TCO). Artinya, keputusan pemilihan pelumas harus mempertimbangkan biaya bahan bakar, interval servis, keandalan komponen, dan potensi penghematan jangka panjang. Pelumas sintetis yang tampak lebih mahal di awal sering kali justru memberikan penghematan signifikan dalam biaya operasional total.

5. Standarisasi dan Regulasi Nasional Pelumas

Pemerintah dan lembaga riset perlu mengembangkan pedoman nasional terkait klasifikasi dan pengujian pelumas yang sesuai dengan kondisi iklim dan karakteristik operasional di Indonesia. Hal ini mencakup standar viskositas, stabilitas oksidasi, kandungan aditif, serta dampak lingkungan. Dengan adanya regulasi nasional, industri dapat memiliki acuan teknis yang jelas dalam memilih dan menggunakan pelumas yang sesuai dengan kebutuhan operasionalnya.

6. Peningkatan Aspek Lingkungan dan Keberlanjutan

Penggunaan pelumas sintetis dan bio-lubricant yang ramah lingkungan perlu ditingkatkan sebagai bagian dari upaya industri untuk mengurangi dampak lingkungan. Pelumas biodegradable berbasis ester alami atau sintetis mampu menurunkan risiko pencemaran tanah dan air akibat kebocoran pelumas bekas. Selain itu, daur ulang (re-refining) pelumas bekas juga harus dioptimalkan untuk mendukung konsep ekonomi sirkular di sektor industri energi dan transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artikel dari Mechanical Engineering for Society and Industry: Ilmi, et al. (2024). "Lubricants largely determine engine performance..." etc. (tentang fungsi pelumas, basis minyak, aditif) [UNIMMA Journal](#)
- Beşergil, B., Özer, M. S., Eskici, M., & Atik, E. (2008). *Study on lubricant quality and its*



effect on engine component performance. *Industrial Lubrication and Tribology*, 60(4), 172-177.

https://www.academia.edu/82068207/Study_on_lubricant_quality_and_its_effect_on_engine_component_performance

Efficiency of Application of Friction Modifiers in Internal Combustion Engines According to the Operational Tests Results. *Journal of Friction and Wear*, 2020, Vol. 41, pp. 475-479. https://www.researchgate.net/publication/346264055_Efficiency_of_Application_of_Friction_Modifiers_in_Internal_Combustion_Engines_According_to_the_Operational_Tests_Results

Hanifuddin, H., Fibria, M., Respatiningsih, C. Y., Widodo, S., & Maymuchar, M. (2020). *The Evaluation of Lubricants Performances in Light- and Heavy-Duty Diesel Engines in The Application of Biodiesel (B20)*. *Scientific Contributions Oil and Gas*, Vol. 43, No. 2. [https://www.researchgate.net/publication/353934825_The_Evaluation_of_Lubricants_Performances_in_Light- and Heavy-Duty Diesel Engines in The Application of Biodiesel B20](https://www.researchgate.net/publication/353934825_The_Evaluation_of_Lubricants_Performances_in_Light-_and_Heavy-Duty_Diesel_Engines_in_The_Application_of_Biodiesel_B20)

Kallas, M. M., Al Sabek, M. S., & Saoud, Y. (2024). *Experimental comparison of the effect of using synthetic, semi-synthetic, and mineral engine oil on gasoline engine parts wear*. *Advances in Tribology*, Article ID 5997292. <https://doi.org/10.1155/2024/5997292>

Kumar, V., Singh, R., & Yadav, A. (2023). A comparative review on evaluation of performance, emissions and combustion characteristics of diesel engines fuelled with biodiesel. *Energy Conversion and Management*, 301, 117028. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117028>

Lubricant viscosity and viscosity improver additive effects on diesel fuel economy. *Journal Article, ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301679X10001854>

Lubricants Journal. (2024a). Synthesis and Evaluation of Bio-Lubricants from Renewable Raw Materials. *Lubricants*, 12(12), 446. <https://www.mdpi.com/2075-4442/12/12/446>

Lubricants Journal. (2024b). Nanotechnology in Lubricants: A Systematic Review of the Use of Nanoparticles to Reduce the Friction Coefficient. *Lubricants*, 12(5), 166. <https://www.mdpi.com/2075-4442/12/5/166>

Lubricants Journal. (2024c). Review of Tribological Behaviour of Synthetic Ester Base Oils. *Lubricants*, 12(9), 395. <https://www.mdpi.com/2075-4442/12/9/395>

Nikolakopoulos, P. G., Mavroudis, S., & Zavos, A. (2018). *Lubrication Performance of Engine Commercial Oils with Different Performance Levels: The Effect of Engine Synthetic Oil Aging on Piston Ring Tribology under Real Engine Conditions*. *Lubricants*, 6(4), 90. DOI:10.3390/lubricants6040090 <https://www.mdpi.com/2075-4442/6/4/90>