

Perbandingan Oli Mineral dan Full Synthetic terhadap Temperatur Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Yamaha NMAX Neo 155

¹Muhammad Rizky Akbar, ²Toto Sugiarto, ³Rifdarmon, ⁴Ahmad Arif

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: akbar0824@student.unp.ac.id

Received: June 2026; Revised: July 2026; Published: August 2026

Abstrak

Pemilihan pelumas pada skuter berteknologi Variable Valve Actuation perlu didasarkan pada bukti karena karakteristik viskositas dan bahan dasar oli dapat memengaruhi gesekan, temperatur kerja, dan kebutuhan bahan bakar. Penelitian ini membandingkan temperatur kerja mesin dan konsumsi Pertamina RON 92 pada Yamaha NMAX Neo 155 ketika menggunakan oli mineral SAE 10W-40 dan oli full synthetic SAE 5W-40. Eksperimen kuantitatif dilakukan pada satu unit sepeda motor standar pabrikan dengan desain perlakuan berulang. Setiap pelumas diuji dua kali pada jarak 15, 30, dan 45 km dengan kecepatan target 40 km/jam, beban 70-75 kg, tekanan ban, rute, dan bahan bakar yang dikendalikan. Temperatur diukur pada titik blok silinder menggunakan sensor suhu digital, sedangkan volume bahan bakar ditentukan dengan metode full-to-full dan gelas ukur. Rata-rata temperatur oli mineral mencapai 74,535°C, sedangkan full synthetic 71,898°C; selisihnya 2,637°C atau 3,54%. Konsumsi full synthetic lebih rendah pada seluruh jarak, dengan pengurangan 7,83%, 20,78%, dan 5,41%. Secara agregat, efisiensi meningkat dari 54,55 menjadi 61,43 km/L. Temuan menunjukkan bahwa perlakuan full synthetic SAE 5W-40 memberikan kondisi termal lebih stabil dan konsumsi bahan bakar lebih rendah. Namun, karena jenis bahan dasar dan kelas SAE berubah bersamaan serta hanya satu kendaraan yang diuji, hasil ini harus ditafsirkan sebagai bukti komparatif awal, bukan efek kausal murni bahan dasar oli.

Kata kunci: Konsumsi Bahan Bakar; Oli Full Synthetic; Oli Mineral; Temperatur Kerja Mesin; Yamaha Nmax Neo 155

Comparison of Mineral and Full Synthetic Oils on Engine Temperature and Fuel Consumption of Yamaha NMAX Neo 155

Abstract

Selecting a lubricant for a scooter equipped with Variable Valve Actuation should be evidence-based because lubricant viscosity and base-stock characteristics may affect friction, operating temperature, and fuel demand. This study compared engine operating temperature and RON 92 gasoline consumption of a Yamaha NMAX Neo 155 using mineral SAE 10W-40 and full synthetic SAE 5W-40 oils. A quantitative repeated-treatment experiment was conducted on one factory-standard motorcycle. Each lubricant was tested twice over distances of 15, 30, and 45 km at a target speed of 40 km/h, with rider load, tire pressure, route, and fuel type controlled. Temperature was measured at a consistent cylinder-block point using a digital temperature sensor, while fuel volume was determined using a full-to-full procedure and a graduated cylinder. Mean operating temperature was 74.535°C with mineral oil and 71.898°C with full synthetic oil, a difference of 2.637°C or 3.54%. Full synthetic oil also produced lower fuel consumption at all distances, with reductions of 7.83%, 20.78%, and 5.41%. The aggregated fuel economy increased from 54.55 to 61.43 km/L. These findings indicate that the full synthetic SAE 5W-40 treatment provided a more stable thermal response and lower fuel use under the tested conditions. Nevertheless, because base-stock type and SAE grade changed simultaneously and only one motorcycle was tested, the results should be interpreted as preliminary comparative evidence rather than an isolated causal effect of lubricant base stock.

Keywords: Engine Operating Temperature; Fuel Consumption; Full Synthetic Oil; Mineral Oil; Yamaha Nmax Neo 155

How to Cite: Akbar, M. R., Sugiarto, T. ., Rifdarmon, R., & Arif, A. . (2026). Perbandingan Oli Mineral dan Full Synthetic terhadap Temperatur Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Yamaha NMAX Neo 155. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 5739-5751. <https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6304>



<https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6304>

Copyright© 2026, Akbar et al.
This is an open-access article under
the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Efisiensi mesin pembakaran dalam ditentukan oleh proporsi energi kimia bahan bakar yang berubah menjadi kerja efektif setelah dikurangi rugi panas, pemompaan, dan gesekan; pada kendaraan, gesekan pada kelompok piston, bantalan, dan mekanisme katup menyerap bagian penting dari energi tersebut (Holmberg et al., 2012; Zhang et al., 2021). Pelumas mengurangi kontak antarmuka dan keausan dengan membentuk film pada komponen bergerak, tetapi ketebalan serta daya dukung film berubah mengikuti viskositas, temperatur, kecepatan, beban, dan topografi permukaan (Wang & Liu, 2024; Zhmud et al., 2021). Karena gesekan juga menghasilkan panas, temperatur operasi dan konsumsi bahan bakar perlu dianalisis sebagai dua respons yang saling berkaitan, bukan sebagai indikator yang berdiri sendiri (Blanco-Rodríguez et al., 2024; Garcia Tobar et al., 2024). Pada mesin berpendingin cairan, pembacaan temperatur turut dipengaruhi oleh kapasitas sistem pendingin, beban, aliran udara, dan lokasi sensor, sehingga temperatur permukaan blok tidak dapat disamakan dengan temperatur oli di dalam bak mesin (Kurniawan et al., 2023). Pada sistem injeksi elektronik, konsumsi bahan bakar juga berubah mengikuti karakteristik injektor, temperatur mesin, dan pola operasi kendaraan (Akbar Maulana et al., 2023; Laroybafih et al., 2026; Mahendra et al., 2021). Penelitian ini menempatkan Yamaha NMAX Neo 155 sebagai konteks skuter 155 cc berinjeksi dan berpendingin cairan; aktivasi Variable Valve Actuation (VVA), putaran mesin, dan beban mekanisme katup tidak direkam, sehingga VVA tidak digunakan sebagai penjelasan mekanistik atas respons yang diamati.

Pelumas mesin komersial bukan hanya bahan dasar, melainkan formulasi yang memadukan base stock, viscosity modifier, dan aditif fungsional; oleh sebab itu, label mineral atau full synthetic tidak dengan sendirinya menjelaskan seluruh perilaku gesek, kestabilan oksidasi, volatilitas, dan perpindahan panas suatu produk (Dyson et al., 2022, 2023; Lee et al., 2022). SAE J300 mengklasifikasikan oli mesin berdasarkan batas reologi pada temperatur rendah dan tinggi, tetapi tidak menetapkan identitas bahan dasar, mutu paket aditif, atau kategori kinerja pelumas lainnya (SAE International, 2024). Untuk oli mesin sepeda motor empat langkah, kategori JASO T 903 menambahkan persyaratan mutu dan klasifikasi karakteristik gesek yang berbeda dari kelas viskositas SAE (Japan Lubricating Oil Society, 2023). Dengan demikian, perbandingan oli mineral SAE 10W-40 dan oli full synthetic SAE 5W-40 mengubah grade musim dingin secara bersamaan dengan kemungkinan perbedaan bahan dasar, paket aditif, merek, serta kategori API/JASO. Literatur menunjukkan bahwa viskositas yang lebih rendah dapat mengurangi hambatan hidrodinamik dan kebutuhan bahan bakar, tetapi besar manfaatnya bergantung pada siklus operasi, temperatur, rancangan mesin, dan kebutuhan perlindungan aus (Blanco-Rodríguez et al., 2024; Zhang et al., 2021; Zhmud et al., 2021). Formulasi ber-viskositas rendah karena itu dikembangkan dengan viscosity modifier dan paket aditif untuk menjaga film pelumas ketika temperatur dan beban meningkat (Tyagarajan et al., 2024). Pedoman Yamaha untuk NMAX merekomendasikan SAE 10W-40 dan JASO MB; penggunaan 5W-40 dalam penelitian ini karenanya diperlakukan sebagai salah satu perlakuan komparatif, bukan sebagai rekomendasi umum untuk mengganti grade yang ditetapkan pabrikan (Yamaha Indonesia Motor Manufacturing, 2024).

Penelitian terdahulu pada mesin sepeda motor dan mesin kecil umumnya melaporkan temperatur atau konsumsi bahan bakar yang lebih rendah pada

perlakuan full synthetic, tetapi rancangan pengujiannya berbeda dalam kapasitas mesin, kondisi statis atau dinamis, titik ukur, jumlah ulangan, dan kesetaraan spesifikasi pelumas (Ardiyanta & Putra, 2025; Fawaz et al., 2025; Oktarinda et al., 2024; Rakhmadi et al., 2025; Wahyudi Zapit et al., 2025). Oktarinda et al. (2024) membandingkan tiga jenis base oil pada satu mesin 100 cc dalam kondisi idle dengan SAE 10W-30 yang sama, sedangkan Rakhmadi et al. (2025) menggunakan satu mesin 125 cc berpendingin udara dengan SAE 10W-40 yang sama dalam pengujian statis dan dinamis. Fawaz et al. (2025) mengendalikan kelas SAE 10W-30 tetapi hanya mengukur temperatur kepala silinder, sementara Ardiyanta dan Putra (2025) hanya mengukur konsumsi bahan bakar pada satu mesin 125 cc yang dijalankan stasioner. Wahyudi Zapit et al. (2025) memperluas respons ke temperatur, getaran, torsi, dan daya pada satu sepeda motor 250 cc, tetapi tidak melaporkan kelas SAE serta kategori API/JASO kedua pelumas secara memadai. Karena seluruh studi tersebut menggunakan satu unit mesin dan pengulangan pada unit yang sama, ulangannya terutama merupakan pengukuran teknis; arah temuan dapat dibandingkan secara deskriptif, tetapi besar perbedaannya tidak dapat dipindahkan langsung ke populasi Yamaha NMAX Neo 155.

Tabel 1. Perbandingan rancangan penelitian terdahulu dan posisi penelitian

Studi	Mesin/unit	Jenis oli	SAE	Metode dan ulangan	Titik ukur/respons	Keterbatasan utama
Oktarinda et al. (2024)	Mesin bensin 4-tak 100 cc; 1 unit	Mineral grup 2, semi-sintetik, full synthetic	10W-30 untuk semua oli	Idle ± 1.500 rpm selama 10 menit; 3 ulangan teknis	Thermo gun pada head cylinder; gelas ukur untuk bahan bakar	Tanpa beban; satu mesin; ulangan tidak independen.
Rakhmadi et al. (2025)	Mesin 125 cc modifikasi tahun 1969, pendingin udara; 1 unit	Mineral, semi-sintetik, full synthetic	10W-40 untuk semua oli	Idle 850/1.650/2.450 rpm dan lintasan 2,3 km pada 30/40/50 km/jam; 3 ulangan	Thermo gun pada saluran buang; buret untuk bahan bakar	Mesin klasik modifikasi; titik ukur gas buang; satu unit.
Ardiyanta & Putra (2025)	Mesin sepeda motor 125 cc karburator; 1 unit	Mineral, semi-sintetik, full synthetic	10W-30 untuk semua oli	Idle 2.000 rpm selama 5 menit; 5 ulangan teknis	Gelas ukur; konsumsi bahan bakar (mL/menit)	Hanya konsumsi; kondisi stasioner; satu unit.
Fawaz et al. (2025)	Honda Supra X 125 cc tahun 2011; 1 unit	Mineral, semi-sintetik, full synthetic	10W-30; API SJ/SL berbeda	Idle 2.000 rpm selama 5 menit; 5 ulangan teknis	Termometer inframerah, 10 cm dan sudut 45° pada sisi buang kepala silinder; temperatur	Hanya temperatur; kategori API/formulasi berbeda; satu unit.
Wahyudi Zapit et al. (2025)	Kawasaki Ninja 250 RR Mono 2014; 1 unit	Semi-sintetik dan full synthetic	Tidak dilaporkan	Dynamometer, 2.000-9.000 rpm; 3 replikasi	Thermocouple, vibration meter, torsi dan daya	Tidak mengukur bahan bakar; SAE/API/JASO tidak jelas; urutan tetap; satu unit.
Penelitian ini	Yamaha NMAX Neo	Mineral dan full synthetic	10W-40 vs 5W-40	Rute 15/30/45 km, target 40	Sensor digital pada blok silinder;	SAE, base stock, aditif/merek, dan standar dapat

Studi	Mesin/unit	Jenis oli	SAE	Metode dan ulangan	Titik ukur/respons	Keterbatasan utama
	155 tahun 2024; 1 unit			km/jam; 2 ulangan teknis	metode full-to- full untuk bahan bakar	membaur; urutan tetap; satu unit.

Sumber: Disintesis dari Oktarinda et al. (2024), Rakhmadi et al. (2025), Ardiyanta dan Putra (2025), Fawaz et al. (2025), Wahyudi Zapit et al. (2025), dan desain penelitian ini.

Sintesis pada Tabel 1 menunjukkan dua celah yang perlu dibedakan. Pertama, bukti pada skuter 155 cc berinjeksi dan berpendingin cairan yang diuji di rute lapangan pada beberapa jarak tempuh masih terbatas; celah ini bersifat kontekstual dan aplikatif. Kedua, atribusi kausal kepada bahan dasar oli menuntut penyamaan kelas SAE, kategori API/JASO, umur pelumas, serta formulasi produk, disertai beberapa unit kendaraan, urutan perlakuan yang diacak, dan pengulangan independen; celah kausal tersebut belum diselesaikan oleh desain penelitian ini. Kontribusi penelitian karenanya tidak diklaim sebagai kebaruan teoretis atau metodologis, melainkan sebagai bukti komparatif awal pada satu Yamaha NMAX Neo 155 yang mengukur temperatur permukaan blok silinder dan konsumsi bahan bakar secara bersamaan pada jarak 15, 30, dan 45 km. Interpretasi mekanistik dibatasi sebagai dugaan yang koheren dengan literatur tentang degradasi pelumas, gesekan, pelumasan elastohidrodinamik, dan karakterisasi oli, karena penelitian ini tidak mengukur koefisien gesek, viskositas aktual, oksidasi, atau komposisi aditif secara langsung (Hendrawan et al., 2021; Roziqin, 2023; Wang & Liu, 2024; Zarkasi et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan membandingkan, pada kondisi pengujian yang ditetapkan, (1) tingkat dan kecenderungan temperatur permukaan blok silinder, (2) variasi antarpengulangan sebagai gambaran konsistensi pembacaan teknis, bukan sebagai estimasi stabilitas termal populasi, (3) volume konsumsi bahan bakar dan efisiensi dalam km/L, serta (4) keterkaitan deskriptif antara respons termal dan konsumsi pada perlakuan oli mineral SAE 10W-40 dan full synthetic SAE 5W-40. Pertanyaan penelitian dirumuskan sebagai berikut: (1) bagaimana perbedaan temperatur blok dan volume bahan bakar antara kedua perlakuan pada jarak 15, 30, dan 45 km; (2) apakah arah perbedaannya konsisten pada ketiga jarak; dan (3) seberapa besar variasi teknis antara dua pengulangan pada setiap kondisi? Hipotesis kerja yang dievaluasi secara deskriptif ialah bahwa perlakuan full synthetic SAE 5W-40 berkaitan dengan temperatur blok dan volume bahan bakar yang lebih rendah pada unit yang diuji. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada satu Yamaha NMAX Neo 155 tahun 2024, Pertamina RON 92, beban 70-75 kg, target kecepatan 40 km/jam, rute yang sama, serta dua pengulangan teknis per jarak. Temperatur yang diamati adalah temperatur permukaan blok silinder, bukan bulk oil temperature, sedangkan konsumsi ditentukan secara volumetrik dengan metode full-to-full. Karena bahan dasar dan kelas SAE berubah bersamaan, urutan perlakuan tidak diacak, dan unit eksperimen efektif hanya satu, hasil tidak digunakan untuk mengisolasi efek bahan dasar, mengestimasi populasi, atau memberikan rekomendasi universal. Temuan diposisikan sebagai dasar bagi eksperimen lanjutan yang menyamakan SAE dan API/JASO, menggunakan beberapa kendaraan, menerapkan randomized crossover, serta menambah pengulangan independen dan pengukuran tribologi secara langsung.

METODE

Desain penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan eksperimen perlakuan berulang pada objek yang sama. Variabel perlakuan adalah kombinasi jenis bahan dasar dan kelas viskositas, yaitu oli mineral SAE 10W-40 dan oli full synthetic SAE 5W-40. Variabel respons terdiri atas temperatur kerja mesin dan konsumsi bahan bakar. Penggunaan satu kendaraan untuk seluruh perlakuan dipilih untuk mengurangi variasi kondisi mesin, sistem injeksi, sistem pendinginan, dan transmisi. Setiap perlakuan diuji pada jarak 15, 30, dan 45 km, masing-masing dua kali. Rute, kecepatan target 40 km/jam, jenis bahan bakar RON 92, beban total 70-75 kg, tekanan ban, dan prosedur pemanasan diseragamkan. Urutan eksperimen dilaksanakan selama dua hari: oli mineral diuji pada hari pertama, kemudian sistem dikuras dan diganti dengan oli full synthetic pada hari kedua. Rancangan ini memungkinkan perbandingan dalam kendaraan yang sama, tetapi belum menghilangkan efek urutan, perubahan cuaca, dan carry-over pelumas. Karena itu, penelitian diperlakukan sebagai studi komparatif awal. Istilah 'pengaruh jenis oli' dalam interpretasi dibatasi pada pengaruh perlakuan gabungan, sebab bahan dasar dan kelas SAE berubah secara simultan.

Objek dan kondisi pengujian

Objek penelitian adalah satu unit Yamaha NMAX Neo 155 tahun 2024 dalam kondisi standar pabrikan, bermesin 155 cc, empat langkah, SOHC empat katup, berpendingin cairan, menggunakan EFI dan VVA. Pemilihan dilakukan secara purposif karena kendaraan tersebut mewakili skuter modern dengan pengendalian bahan bakar elektronik dan beban valvetrain yang berubah sesuai putaran. Sebelum pengujian, kendaraan menjalani pemeriksaan busi, pembersihan komponen CVT, pemeriksaan sistem pendingin, pengaturan tekanan ban, dan pengisian bahan bakar. Beban pengendara dan tambahan beban dipertahankan pada rentang 70-75 kg. Pengujian dilakukan pada rute yang sama dengan target kecepatan 40 km/jam. Suhu lingkungan dicatat, tetapi tidak digunakan sebagai kovariat karena jumlah pengulangan terbatas. Setiap sesi dimulai dari prosedur pemanasan yang sama dan kendaraan dikondisikan sebelum pengukuran. Penggunaan satu unit meningkatkan kendali internal, tetapi unit eksperimen efektif tetap $n=1$. Oleh sebab itu, dua pengulangan pada setiap jarak diperlakukan sebagai pengukuran teknis, bukan sampel independen yang mewakili seluruh populasi Yamaha NMAX Neo 155.

Instrumen dan prosedur

Temperatur kerja mesin diukur menggunakan sensor suhu digital dengan rentang -50 sampai 380°C, resolusi 0,1°C, dan akurasi nominal $\pm 1,5^\circ\text{C}$. Titik ukur dipertahankan pada lokasi yang sama di blok silinder untuk seluruh sesi. Sensor diverifikasi sebelum pengujian dan pembacaan dilakukan setelah kendaraan mencapai jarak 15, 30, dan 45 km. Konsumsi bahan bakar diukur menggunakan gelas ukur berkapasitas 100-500 mL dengan skala terkecil 1 mL. Volume ditentukan melalui prosedur full-to-full, yaitu membandingkan jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk mengembalikan kondisi pengisian ke tingkat awal setelah setiap lintasan. Pembacaan meniskus dilakukan sejajar mata oleh pengamat yang sama untuk mengurangi kesalahan paralaks. Sebelum pergantian perlakuan, oli lama dikuras, oli baru diisi sesuai kapasitas, dan mesin dijalankan agar pelumas bersirkulasi. Setiap

kombinasi perlakuan dan jarak diuji dua kali. Catatan lapangan memuat jarak, kecepatan, temperatur lingkungan, temperatur blok, dan volume bahan bakar. Prosedur ini konsisten dengan tujuan perbandingan lapangan, namun tidak setara dengan pengujian dynamometer atau siklus homologasi karena kecepatan, angin, lalu lintas, dan bukaan throttle tidak direkam secara kontinu.

Analisis data

Analisis dilakukan secara deskriptif pada tingkat pengukuran teknis. Untuk setiap jarak dan perlakuan dihitung rata-rata dua pengulangan, selisih absolut, persentase penurunan relatif terhadap oli mineral, serta efisiensi bahan bakar dalam km/L. Efisiensi dihitung dengan membagi jarak tempuh terhadap volume bahan bakar dalam liter. Nilai agregat diperoleh dari total jarak 90 km dan jumlah rata-rata volume pada tiga jarak, sehingga berfungsi sebagai ringkasan, bukan estimasi populasi. Stabilitas termal dievaluasi dari perubahan rata-rata temperatur antara 15 dan 45 km serta rentang antarpengulangan. Uji t berpasangan yang direncanakan dalam skripsi tidak digunakan sebagai dasar kesimpulan artikel karena hanya satu kendaraan diuji dan pengukuran berulang pada jarak yang sama tidak memenuhi asumsi independensi unit eksperimen. Keputusan ini mencegah pseudoreplikasi dan klaim signifikansi yang berlebihan. Hasil dibahas dengan membandingkan arah dan besar perubahan terhadap penelitian pelumas sepeda motor dan literatur tribologi, sambil mempertimbangkan perbedaan mesin, SAE, titik ukur, dan prosedur. Semua angka dilaporkan sesuai presisi instrumen dan data asli.

Tabel 2. Kondisi utama pengujian

Komponen	Kondisi
Objek	1 unit Yamaha NMAX Neo 155 tahun 2024, standar pabrikan
Perlakuan	Oli mineral SAE 10W-40 dan full synthetic SAE 5W-40
Jarak dan ulangan	15, 30, dan 45 km; dua pengulangan tiap kondisi
Bahan bakar	Pertamax RON 92
Kecepatan dan beban	Target 40 km/jam; beban 70-75 kg
Respons	Temperatur blok silinder (°C) dan konsumsi bahan bakar (mL; km/L)

Sumber: Data penelitian diolah (2026)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Profil Temperatur Kerja Mesin

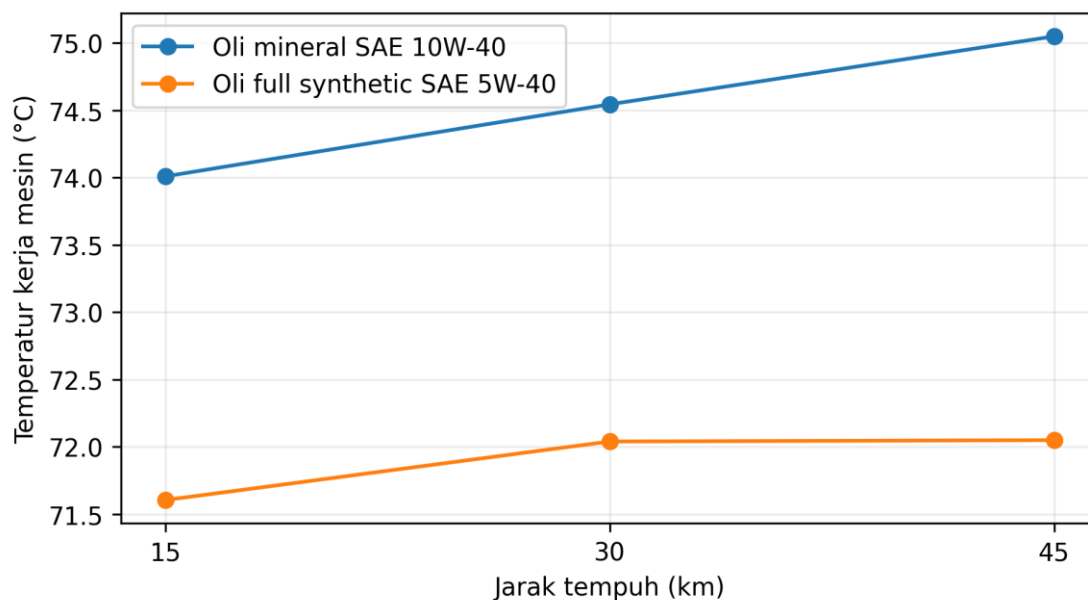
Data menunjukkan bahwa perlakuan full synthetic SAE 5W-40 menghasilkan temperatur kerja lebih rendah pada seluruh jarak. Pada 15 km, rata-rata temperatur turun dari 74,010°C menjadi 71,605°C; pada 30 km dari 74,545°C menjadi 72,040°C; dan pada 45 km dari 75,050°C menjadi 72,050°C. Selisih absolut bertambah dari 2,405°C menjadi 3,000°C ketika jarak meningkat. Rata-rata keseluruhan oli mineral adalah 74,535°C dan full synthetic 71,898°C, setara penurunan 2,637°C atau 3,54%. Pola pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa garis oli mineral terus meningkat, sedangkan full synthetic mendatar setelah 30 km. Secara teknis, pola tersebut menunjukkan bahwa perlakuan full synthetic mencapai keadaan termal yang lebih mantap pada lintasan menengah dan panjang. Namun, nilai absolut temperatur

berada di bawah rentang temperatur oli yang lazim dilaporkan karena sensor ditempatkan pada permukaan blok silinder, bukan terendam di dalam pelumas. Oleh sebab itu, hasil harus dibaca sebagai temperatur titik ukur yang konsisten untuk perbandingan, bukan sebagai temperatur bulk oil.

Tabel 3. Temperatur kerja mesin berdasarkan jarak tempuh

Jarak (km)	Mineral (°C)	Full synthetic (°C)	Selisih (°C)	Penurunan (%)
15	74.010	71.605	2.405	3.25
30	74.545	72.040	2.505	3.36
45	75.050	72.050	3.000	4.00
Rata-rata	74.535	71.898	2.637	3.54

Sumber: Data penelitian diolah (2026)



Gambar 1. Perubahan temperatur kerja mesin pada tiga jarak pengujian

Arah temuan sejalan dengan studi mesin 100-125 cc yang melaporkan temperatur lebih rendah pada pelumas full synthetic dibanding mineral (Fawaz et al., 2025; Oktarinda et al., 2024; Rakhmadi et al., 2025). Ardiyanta dan Putra (2025) juga menemukan temperatur lebih rendah pada oli full synthetic pada pengujian dinamis, walaupun titik ukurnya berbeda. Perbedaan sebesar 3,54% pada penelitian ini lebih kecil daripada beberapa studi laboratorium, kemungkinan karena NMAX Neo 155 menggunakan pendinginan cairan yang menahan fluktuasi termal, kecepatan pengujian relatif rendah, dan suhu diukur pada blok. Sistem pendinginan dapat meredam sebagian efek pelumas sehingga perbedaan antarpelumas tampak moderat (Kurniawan et al., 2023). Selain itu, viskositas 5W-40 lebih mudah mengalir pada fase awal dibanding 10W-40, sehingga penurunan temperatur tidak dapat dikaitkan hanya dengan bahan dasar sintetis. Temuan mendukung hipotesis bahwa perlakuan full synthetic 5W-40 mengurangi pembentukan panas gesekan atau memperbaiki distribusi panas, tetapi penelitian tidak mengukur koefisien gesek, temperatur oli, atau aliran pelumas secara langsung.

2. Stabilitas Termal dan Konsistensi Pengukuran

Stabilitas termal dapat dilihat dari perubahan temperatur sepanjang jarak dan variasi antara dua pengulangan. Temperatur oli mineral meningkat $1,040^{\circ}\text{C}$ dari 15 ke 45 km, sedangkan full synthetic meningkat $0,445^{\circ}\text{C}$. Selisih dua pengulangan pada oli mineral adalah $2,00^{\circ}\text{C}$, $1,03^{\circ}\text{C}$, dan $1,94^{\circ}\text{C}$ untuk jarak 15, 30, dan 45 km. Pada full synthetic, selisihnya $0,83^{\circ}\text{C}$, $0,06^{\circ}\text{C}$, dan $0,06^{\circ}\text{C}$. Walaupun dua pengulangan belum cukup untuk mengestimasi reliabilitas secara kuat, pola ini menunjukkan respons full synthetic yang lebih konsisten setelah 30 km. Konsistensi dapat berasal dari kestabilan viskositas terhadap temperatur, tetapi juga mungkin dipengaruhi kondisi sesi kedua yang lebih seragam. Desain dua hari tanpa randomisasi urutan membuat efek hari dan efek pelumas tidak sepenuhnya terpisah. Karena itu, kestabilan yang diamati harus dilaporkan sebagai karakteristik data, bukan bukti tunggal keunggulan formulasi.

Secara mekanistik, film pelumas pada bantalan, piston-ring, dan valvetrain berubah sesuai kecepatan, beban, dan viskositas. Model elastohidrodinamik menunjukkan bahwa topografi permukaan dan sifat pelumas bersama-sama menentukan ketebalan film serta gesekan (Wang & Liu, 2024). Aliran kabut oli pada piston assembly juga dipengaruhi komponen formulasi dan kondisi operasi, sehingga perpindahan panas tidak dapat direduksi menjadi satu parameter viskositas (Dyson et al., 2022, 2023). Pada mekanisme katup, perubahan beban dan kontak berulang memperbesar kebutuhan terhadap film yang stabil (Ali Murtadho et al., 2025). Temuan penelitian ini konsisten dengan kerangka tersebut, tetapi tidak membuktikan bahwa struktur molekul sintetis menjadi satu-satunya penyebab. Perbandingan yang lebih kuat memerlukan dua oli dengan kelas SAE dan standar kinerja yang sama, randomisasi urutan, masa flushing, serta sensor temperatur oli dan coolant secara simultan. Dengan perbaikan itu, variasi akibat formulasi dapat dipisahkan dari pengaruh viskositas awal dan kondisi lingkungan.

3. Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi

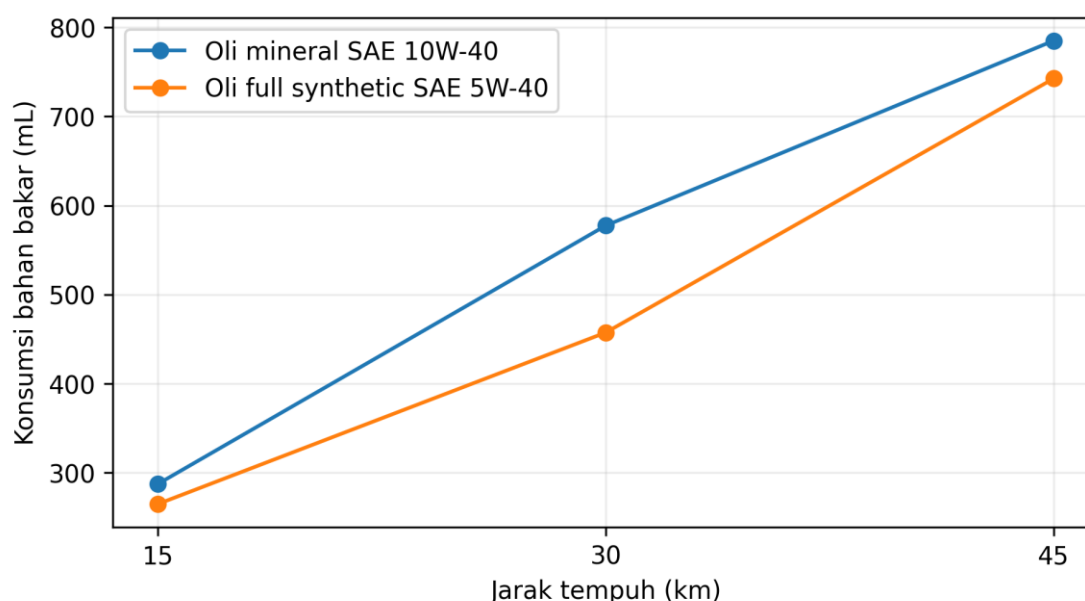
Pada seluruh jarak, volume bahan bakar dengan full synthetic lebih rendah. Pada 15 km konsumsi turun dari 287,5 menjadi 265,0 mL (7,83%); pada 30 km dari 577,5 menjadi 457,5 mL (20,78%); dan pada 45 km dari 785,0 menjadi 742,5 mL (5,41%). Konversi ke km/L menghasilkan 52,17; 51,95; dan 57,32 km/L untuk oli mineral, serta 56,60; 65,57; dan 60,61 km/L untuk full synthetic. Secara agregat, 90 km lintasan membutuhkan 1,650 L pada mineral dan 1,465 L pada full synthetic, sehingga efisiensi ringkas meningkat dari 54,55 menjadi 61,43 km/L. Perbedaan terbesar pada 30 km tidak membentuk pola linear dan jauh lebih besar daripada dua jarak lain. Hal ini menandakan kemungkinan pengaruh lalu lintas, akselerasi, angin, temperatur awal, atau ketelitian pengisian. Karena volume diukur pada rute lapangan, hasil 20,78% tidak boleh diperlakukan sebagai penghematan tetap untuk penggunaan harian.

Tabel 4. Konsumsi bahan bakar dan efisiensi berdasarkan jarak

Jarak	Mineral (mL)	Full synthetic (mL)	Mineral (km/L)	Full synthetic (km/L)	Reduksi (%)
15	287.5	265.0	52.17	56.60	7.83
30	577.5	457.5	51.95	65.57	20.78

Jarak	Mineral (mL)	Full synthetic (mL)	Mineral (km/L)	Full synthetic (km/L)	Reduksi (%)
45	785.0	742.5	57.32	60.61	5.41
Agregat 90 km	1650.0	1465.0	54.55	61.43	11.21

Sumber: Data penelitian diolah (2026)



Gambar 2. Konsumsi bahan bakar pada tiga jarak pengujian

Penurunan konsumsi searah dengan penelitian sepeda motor yang membandingkan oli mineral dan full synthetic (Oktarinda et al., 2024; Rakhmadi et al., 2025; Supriyanto et al., 2021). Literatur internasional menjelaskan bahwa oli ber-viskositas lebih rendah dapat mengurangi rugi gesek dan kebutuhan bahan bakar, tetapi besarnya manfaat tergantung siklus dan tetap harus diseimbangkan dengan perlindungan aus (Blanco-Rodríguez et al., 2024; Garcia Tobar et al., 2024; Zhang et al., 2021). Formulasi modern menggunakan viscosity modifier dan paket aditif untuk mempertahankan film pada suhu tinggi sambil menekan drag pada suhu rendah (Tyagarajan et al., 2024; Zhmud et al., 2021). Dalam penelitian ini, full synthetic juga memiliki grade 5W-40, sedangkan mineral 10W-40; karena itu, respons bahan bakar adalah efek gabungan base stock, grade viskositas, dan aditif. Hasil mendukung penggunaan full synthetic 5W-40 sebagai perlakuan yang lebih efisien pada unit yang diuji, tetapi tidak membuktikan bahwa semua oli sintetis akan menghasilkan penghematan yang sama.

4. Interpretasi Integratif dan Batas Inferensi

Temperatur yang lebih rendah dan konsumsi yang lebih kecil muncul secara bersamaan pada perlakuan full synthetic. Secara teoritis, hubungan tersebut masuk akal: film pelumas yang stabil dapat menurunkan kontak dan rugi gesek, sehingga panas gesekan serta energi bahan bakar yang hilang berkurang. Penelitian umur pelumas menunjukkan bahwa degradasi dapat menaikkan temperatur mesin dan menurunkan kualitas operasi (Hendrawan et al., 2021), sedangkan pengujian tribometer menegaskan bahwa jenis pelumas menghasilkan koefisien gesek dan keausan yang berbeda (Roziqin, 2023). Studi viskositas juga menunjukkan bahwa

perubahan sifat oli berhubungan dengan efisiensi konsumsi (Tanumurti et al., 2025; Zarkasi et al., 2021). Walaupun demikian, data penelitian ini tidak mengukur gesekan, torsi, durasi injeksi, AFR, atau kualitas pembakaran. Keterkaitan temperatur dan konsumsi karena itu bersifat koheren secara deskriptif, tetapi belum dapat dinyatakan sebagai jalur sebab-akibat yang terverifikasi.

Kekuatan penelitian terletak pada penggunaan kendaraan yang sama, rute dan beban yang dikendalikan, dua respons yang diukur bersamaan, serta pelaporan data pada tiga jarak. Keterbatasan utamanya adalah satu unit kendaraan, dua pengulangan, perlakuan yang tidak diacak, kelas SAE tidak sama, dan tidak adanya dynamometer atau perekaman throttle. Pengujian kendaraan injeksi menunjukkan bahwa konsumsi sangat sensitif terhadap kondisi operasi dan strategi injeksi (Akbar Maulana et al., 2023; Saputra et al., 2023). Selain itu, studi pelumas pada sepeda motor 250 cc memperlihatkan bahwa hasil dapat berubah menurut putaran dan beban (Wahyudi Zapit et al., 2025). Konsekuensinya, analisis inferensial pada enam pasangan pengukuran berisiko menghasilkan pseudoreplikasi; oleh sebab itu artikel ini menekankan ukuran efek deskriptif dan transparansi batas generalisasi. Implikasi praktis yang paling aman adalah bahwa, pada unit dan prosedur ini, full synthetic SAE 5W-40 memberikan kombinasi temperatur dan konsumsi yang lebih baik. Rekomendasi umum tetap harus mengikuti spesifikasi pabrikan dan dikonfirmasi melalui uji multisampel.

KESIMPULAN

Pada Yamaha NMAX Neo 155 yang diuji, perlakuan oli full synthetic SAE 5W-40 menghasilkan temperatur kerja blok silinder lebih rendah dan lebih stabil dibanding oli mineral SAE 10W-40. Rata-rata temperatur turun dari 74,535°C menjadi 71,898°C atau 3,54%, dan kenaikan temperatur dari 15 ke 45 km lebih kecil. Konsumsi bahan bakar juga lebih rendah pada ketiga jarak, dengan pengurangan 7,83%, 20,78%, dan 5,41%; efisiensi agregat meningkat dari 54,55 menjadi 61,43 km/L. Temuan menjawab tujuan penelitian dengan menunjukkan bahwa perlakuan full synthetic memberikan kombinasi respons termal dan efisiensi yang lebih baik pada kondisi uji. Namun, kesimpulan dibatasi pada perbandingan dua produk dengan bahan dasar dan kelas SAE berbeda. Karena hanya satu kendaraan dan dua pengulangan yang digunakan, hasil tidak dapat dipisahkan menjadi efek murni base stock ataupun digeneralisasi ke seluruh Yamaha NMAX Neo 155. Nilai ilmiah utama penelitian ini adalah bukti komparatif awal dan identifikasi faktor desain yang perlu dikendalikan pada eksperimen lanjutan.

REKOMENDASI

Penelitian berikutnya perlu menggunakan beberapa unit kendaraan, minimal tiga sampai lima pengulangan independen, randomisasi urutan perlakuan, dan prosedur flushing. Oli yang dibandingkan harus memiliki kelas SAE, standar API/JASO, dan usia pakai yang sama agar pengaruh base stock dapat diisolasi. Pengujian sebaiknya dilakukan pada chassis dynamometer atau rute berulang dengan perekaman kecepatan, throttle, rpm, coolant temperature, oil temperature, AFR, dan durasi injeksi. Analisis koefisien gesek, viskositas setelah pemakaian, BSFC, serta emisi akan memperjelas mekanisme. Bagi pengguna, pemilihan oli harus tetap mengikuti spesifikasi pabrikan; temuan ini dapat dipakai sebagai pertimbangan awal, bukan sebagai dasar mengganti grade oli tanpa verifikasi.

ACKNOWLEDGMENT

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, serta pihak laboratorium dan bengkel yang mendukung persiapan kendaraan dan pelaksanaan pengujian.

REFERENSI

- Akbar Maulana, I., Simatupang, W., Fernandez, D., & Arif, A. (2023). Perbandingan penggunaan varian hole injektor terhadap konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 155 cc. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(4), 463-472. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i4.74>
- Ali Murtadho, M., Nur Hidayat, E., & Khamdilah, A. (2025). Evaluasi peran push rod sebagai perangkat protektif pasif pada valve train mesin diesel. *Jurnal Poltekpelni*, 1(2), 133-140. <https://doi.org/10.6425/cq16hx29>
- Ardiyanta, A. S., & Putra, E. R. (2025). Oil based variation impact on fuel consumption of four-stroke 125 cc engine. *Dinamika Teknik Mesin*, 15(2), 93-125. <https://doi.org/10.29303/dtm.v15i2.1108>
- Blanco-Rodríguez, J., Simón-Montero, X., Cortada-García, M., Maroto, S., & Jacobo, P. (2024). Modelling the impact of reducing lubricant viscosity on a conventional passenger car fuel economy and wear protection. *Results in Engineering*, 24, 103159. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103159>
- Dyson, C. J., Priest, M., & Lee, P. M. (2022). Simulating the misting of lubricant in the piston assembly of an automotive gasoline engine: The effect of viscosity modifiers and other key lubricant components. *Tribology Letters*, 70, 49. <https://doi.org/10.1007/s11249-022-01589-0>
- Dyson, C. J., Priest, M., & Lee, P. M. (2023). The flow of lubricant as a mist in the piston assembly and crankcase of a fired gasoline engine. *Tribology Letters*, 71, 12. <https://doi.org/10.1007/s11249-022-01686-0>
- Fawaz, M. I., Ardiyanta, A. S., & Putra, E. R. (2025). Oli mineral, semi sintetis dan full sintetis terhadap peningkatan suhu mesin motor 4 langkah manual berkapasitas 125 cc. *Otopro*, 21(1), 1-5. <https://doi.org/10.26740/otopro.v21n1.p1-5>
- Garcia Tobar, M., Cabrera Ojeda, O., & Crespo Montaña, F. (2024). Impact of oil viscosity on emissions and fuel efficiency at high altitudes: A response surface methodology analysis. *Lubricants*, 12(8), 277. <https://doi.org/10.3390/lubricants12080277>
- Hendrawan, A., Sasongko D, A., & Maritim, A. (2021). Pengaruh umur pelumasan terhadap suhu mesin induk KM Logistik Nusantara 4. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 3(2), 1-9. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v3i2.29>
- Holmberg, K., Andersson, P., & Erdemir, A. (2012). Global energy consumption due to friction in passenger cars. *Tribology International*, 47, 221-234. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2011.11.022>
- Japan Lubricating Oil Society. (2023). Motorcycles-four-stroke cycle gasoline engine oils (JASO T 903:2023) implementation manual. https://www.jalos.or.jp/onfile/pdf/4T_EV2305.pdf
- Kurniawan, O., Muslim, M., Martias, M., & Purwanto, W. (2023). Analisis penggunaan variasi cairan pendingin radiator terhadap suhu mesin pada sepeda motor

- Yamaha V-Ixion 150 cc. JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, 1(4), 563-570. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i4.97>
- Laroybafih, M. B., Anis, S., Huda, M. N., Rahman, F. M., Nurhidayat, A., Akhlis, S. N., & Laksana, S. (2026). Analisis pengaruh engine temperature terhadap laju konsumsi bahan bakar mobil hemat energi kategori urban etanol. Infotekmesin, 17(1). <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v17i1.2976>
- Lee, S., Palacio Lozano, D. C., Jones, H. E., Shin, K., & Barrow, M. P. (2022). Characterization of mineral and synthetic base oils by gas chromatography-mass spectrometry and Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. Energy & Fuels, 36(22), 13518-13525. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.2c02437>
- Mahendra, S., & Fatra, F. (2021). Analisis variasi hole injektor dan bahan bakar terhadap performa dan emisi gas buang pada sepeda motor matic 4 tak 110 cc. Jurnal Vokasional Teknik Mesin Otomotif, 4(1), 1-10.
- Maulana, I. A. T. (2026). Analisa perbandingan uji performa pelumas sintetik dan pelumas mineral pada aplikasi sepeda motor Honda Vario 150. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 9(1). <https://doi.org/10.30596/rmme.v9i1.27354>
- Oktarinda, M. D., Misbachudin, M., & Nur, R. (2024). Pengaruh jenis base oil terhadap suhu mesin dan konsumsi bahan bakar pada mesin 4-tak 100 cc. JTAM Rotary, 6(2), 205-216. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v6i2.13183
- Rakhmadi, F. C., Mara, I. M., & Sutanto, R. (2025). Analisis eksperimental pengaruh jenis oli terhadap suhu dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4-tak 125 cc. IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya, 4(2), 82-90. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i2.237>
- Roziqin, I. N. (2023). Analisa pengaruh variasi pelumas terhadap keausan baja ST 60 dengan tribometer pin-on-disc. Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan, 4(2), 102-106. <https://doi.org/10.18196/jqt.v4i2.14220>
- SAE International. (2024). Engine oil viscosity classification (SAE Standard J300_202405). https://doi.org/10.4271/J300_202405
- Saputra, D., Arif, A., & Sugiarto, T. (2023). Analisis performa sepeda motor 4 langkah 1 silinder fuel injection 110 cc menggunakan campuran bahan bakar pertalite. JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, 3(2). <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v3i2.310>
- Supriyanto, A., Ruslan, W., & Semanggi, K. (2021). Analisis jenis minyak pelumas terhadap kinerja mesin pada motor 110 cc. Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore, 1(2), 1-6. <https://doi.org/10.36805/jtmmx.v1i2.1389>
- Tanumurti, A., & Arif, M. (2025). Pengaruh viskositas minyak pelumas terhadap konsumsi bahan bakar. Journal of Automotive Technology Vocational Education, 6(2).
- Tyagarajan, S., Singh, S., Thanapathy, S. R., Bondre, S., Pollington, M., & Lim, P. Y. (2024). Development of low viscosity fuel economy engine oil for commercial vehicles. SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility, 6(6), 2764-2776. <https://doi.org/10.4271/2024-26-0040>
- Wahyudi Zapit, D., Sugiarto, T., Wagino, & Fernandez, D. (2025). Pengaruh oli full-synthetic vs semi-synthetic terhadap performa sepeda motor 4 tak 250 cc.

- Ensiklopedia Research and Community Service Review, 4(2), 168-177. <https://doi.org/10.33559/err.v4i2.2953>
- Wang, Y., & Liu, Y. (2024). Understanding the influences of multiscale waviness on the elastohydrodynamic lubrication performance, part II: The partial-film condition. *Lubricants*, 12(6), 190. <https://doi.org/10.3390/lubricants12060190>
- Yamaha Indonesia Motor Manufacturing. (2024, October 1). Berapa liter oli yang dibutuhkan NMAX? <https://www.yamaha-motor.co.id/archives/news/product/2024/10/berapa-liter-oli-yang-dibutuhkan-nmax/>
- Zarkasi, A., Kusmiran, A., & Putri, E. R. (2021). Desain alat identifikasi tipe oli berdasarkan nilai intensitas cahaya menggunakan sensor light dependent resistor berbasis mikrokontroler. *Jurnal Fisika Unand*, 10(4), 518-524. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.4.518-524.2021>
- Zhang, Y., Ma, Z., Feng, Y., Diao, Z., & Liu, Z. (2021). The effects of ultra-low viscosity engine oil on mechanical efficiency and fuel economy. *Energies*, 14(8), 2320. <https://doi.org/10.3390/en14082320>
- Zhmud, B., Coen, A., & Zitouni, K. (2021). Fuel economy engine oils: Scientific rationale and controversies. *SAE Technical Paper 2021-24-0067*. <https://doi.org/10.4271/2021-24-0067>