



Analisis Kualitas Oli Mesin TMO 10W-30 pada Innova Zenix Hybrid M20A-FKS Ditinjau dari Jarak Tempuh

Ryan Effendi^{1✉}, Muhammad Aini¹, Puji Saksono¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Balikpapan, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v8i4.53342](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i4.53342)

✉ Corresponding author:

[ryaneffendi@uniba-bpn.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Hybrid;

Oli Mesin;

Viskometer;

Wear Metal;

FTIR

Oli mesin berperan penting dalam menjaga performa dan umur panjang mesin, terutama pada kendaraan hybrid yang memiliki siklus kerja lebih kompleks dibanding kendaraan konvensional. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh jarak tempuh terhadap kualitas oli mesin TMO 10W-30 pada kendaraan Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan prosedur penelitian mengacu pada *repair manual* Innova Zenix Hybrid GSIC (*Global Service Information Center*) tentang sistem pelumas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak tempuh kendaraan, semakin menurun pula kualitas oli mesin yang digunakan viskositas dari 9,77 cst menjadi 8,06 cst pada jarak tempuh 10.000 km. Pada *wear metal* Fe mengalami kenaikan dari <1 ppm menjadi 11 ppm, Cu dari 1 ppm menjadi 22 ppm, serta Al dari 2 ppm menjadi 8 ppm pada jarak tempuh 10.000 km

Keywords:

Hybrid;

Engin Oil;

Viskometer;

Wear Metal;

FTIR

Abstract

Engine oil plays a crucial role in maintaining engine performance and longevity, especially in hybrid vehicles, which have a more complex operating cycle compared to conventional vehicles. This study was conducted to analyze the effect of mileage on the quality of TMO 10W-30 engine oil in the Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS. The results showed that the farther the vehicle traveled, the more the oil quality deteriorated, with viscosity decreasing from 9.77 cSt to 8.06 cSt at 10,000 km. Wear metal analysis revealed that Fe increased from <1 ppm to 11 ppm, Cu from 1 ppm to 22 ppm, and Al from 2 ppm to 8 ppm at 10,000 km.

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu di era modern saat ini, industri otomotif terus mengalami perkembangan pesat, terutama dalam hal inovasi teknologi dan efisiensi bahan bakar. Salah satu teknologi terbaru yang sedang

berkembang adalah teknologi *hybrid*, yaitu menggabungkan mesin bensin konvensional dengan motor listrik untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi emisi gas buang.

Berdasarkan data Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO), penjualan mobil *hybrid* nasional mencapai 56.812 unit sepanjang 2024. Angka ini tumbuh 4,86% *year on year* (YoY) dibanding periode yang sama tahun 2023 lalu. Grup Astra melalui PT Toyota Astra Motor (TAM) menjadi pendorong utama penjualan mobil *hybrid* nasional. Hingga Desember 2024, Toyota membukukan penjualan *whole sales* mobil *hybrid* sebanyak 35.239 unit. Adapun Kijang Innova Zenix HEV jadi andalan bagi Toyota di segmen ini dengan capaian penjualan sebanyak 26.470 unit. (Eldiansyah dan Suwarni, 2023)

Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS merupakan kendaraan yang dirancang untuk memberikan kinerja tinggi sekaligus efisiensi bahan bakar yang optimal. Dalam mendukung kinerja mesin *hybrid* tersebut, diperlukan pelumas atau oli mesin yang mampu bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi operasi. Oli mesin tidak hanya berfungsi sebagai pelumas, tetapi juga sebagai pendingin, pembersih, dan pelindung terhadap korosi dan keausan. (Noviyanti, 2024)

Pemilihan oli mesin yang tepat sangat penting untuk memastikan performa dan umur panjang mesin. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kinerja oli mesin adalah viskositas. Viskositas oli menunjukkan seberapa mudah oli mengalir pada berbagai suhu. Oli dengan viskositas yang tepat akan memastikan bahwa semua komponen mesin mendapatkan pelumasan yang cukup, mengurangi gesekan, dan menghindari kerusakan pada mesin. Selain itu, seiring berjalannya waktu nilai dari kekentalan atau viskositas oli akan berubah sesuai dengan penggunaan dan kualitas oli yang digunakan (Sukarno dkk, 2023).

Parameter lain dalam menentukan kualitas oli mesin yaitu *wear metal*, pada oli mesin *wear metal* adalah salah satu indikator penting untuk mengevaluasi kondisi mesin dan komponen yang tergesek dalam sebuah sistem. *Wear metal* merupakan partikel logam yang terbentuk dari gesekan dan aus pada komponen mesin. Pengujian kualitas oli mesin mobil melalui analisis *wear metal* bertujuan untuk mendeteksi tingkat keausan komponen internal mesin berdasarkan kandungan logam dalam oli. Kadar logam yang tinggi dapat menunjukkan adanya keausan abnormal pada *bearing*, piston, atau poros engkol (Harfi, 2024)

Fourier Transform Infra-Red (FTIR) juga merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas oli dengan teknik spektroskopi inframerah yang digunakan untuk menganalisis fungsi pada suatu senyawa organik. Teknik analisis menggunakan FTIR paling mudah digunakan serta memiliki kecepatan analisis yang cepat. FTIR bekerja dengan prinsip setiap senyawa kimia memiliki "sidik jari" unik dalam bentuk spektrum inframerah. Ketika cahaya inframerah melewati sampel, molekul dalam sampel akan menyerap energi pada frekuensi tertentu yang sesuai dengan vibrasi ikatan kimia di dalamnya. Hasilnya adalah spektrum yang menunjukkan puncak-puncak pada panjang gelombang tertentu, yang dapat dimaknai untuk mengidentifikasi komponen dalam oli (D, 2022)

Selama ini untuk menentukan waktu penggantian pelumas oli mesin masih berpedoman pada jarak tempuh (km) atau lamanya pemakaian untuk kendaraan mobil. Pedoman tersebut jarang dilakukan pengecekan, apakah benar pada jarak tempuh 2.500 km, 5.000 km, 7.500 km dan 10.000 oli mesin harus diganti. Salah satu cara untuk menentukan umur pakai oli mesin dan untuk mengetahui kapan waktu penggantianannya dapat dilihat dari viskositasnya.

Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai dari beberapa aspek tadi perlu dilakukan pengujian, yang dalam proposal penelitian ini akan dilakukan pengujian viskositas atau kekentalan terhadap jarak tempuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas oli mesin TMO 10W-30 terhadap jarak tempuh pada Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS. Analisa ini penting untuk memahami bagaimana oli tersebut berperan dalam menjaga kinerja mesin *hybrid* dalam berbagai kondisi operasi. Dengan mengetahui performa viskositas oli TMO 10W-30, diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemilik kendaraan dan pihak industri otomotif dalam menentukan masa pakai oli mesin untuk kendaraan *hybrid*.

2. METODE

Penelitian ini dimulai dari bulan Maret - Juni 2025 dan dilakukan di bengkel Auto2000 Balikpapan Sudirman, Jalan Jendral Sudirman No. 29, Klandasan ilir, Balikpapan untuk pengambilan sampel oli. Kemudian pengujian kualitas oli dilakukan di Laboratorium PAP (Program Analisa Pelumas) Petrolab, Jalan Jendral Sudirman No.874 Sepinggan-Balikpapan.

Metode pengambilan data dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yang merupakan sebuah metode penelitian berdasarkan bukti empiris untuk melakukan investigasi fenomena melalui prinsip-prinsip

statistik, biasanya menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis. Berikut langkah-langkah metode pengambilan data pada penelitian ini:

- a) Observasi
Observasi adalah salah satu langkah dalam penelitian metode kuantitatif, yang dimana melakukan proses pengamatan terhadap suatu objek secara cermat dan langsung di lokasi penelitian, serta mencatat secara sistematis mengenai gejala-gejala yang diteliti.
- b) Literatur
Literatur didapatkan melalui buku, jurnal, dan manual *repair* Toyota Innova Zenix Hybrid GSIC (*Global Service Information Center*) tentang sistem pelumasan.
- c) Eksperimen
Eksperimen adalah langkah percobaan atau tindakan yang bersistem dan berencana yang dilakukan untuk mengecek suatu hipotesis dari sebab akibat suatu gejala yang terjadi. Dalam hal ini adalah penelitian terhadap perubahan viskositas dan kualitas oli mesin dengan kondisi 0 km (baru), 8.000 km dan 10.000 km.
- d) Metode analisis data kuantitatif
Metode analisis data kuantitatif adalah metode yang fokus pada pengukuran dan analisis numerik yang dapat memberikan hasil lebih akurat dan dapat diandalkan dalam menentukan pengaruh jarak tempuh terhadap kualitas oli mesin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Viskositas Oli Mesin

Hasil pengujian viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian viskositas oli mesin TMO 10W-30

No.	Jarak Tempuh (km)	Viskositas Kinematik @100 °C (cSt)
1	0	9,77
2	8.000	8,44
3	10.000	8,06

Selain dalam bentuk tabel, disajikan pula dalam bentuk grafik pengujian viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik hubungan jarak tempuh terhadap nilai viskositas pada oli mesin TMO 10W-30

Nilai viskositas oli mesin mengalami perubahan yang semula 9,77 cSt menurun hingga 8,06 cSt pada jarak tempuh 10.000 km. Viskositas oli mesin mengalami penurunan mengindikasikan bahwa kualitas oli pelumas mulai menurun performanya dan tidak lagi optimal melindungi komponen mesin.

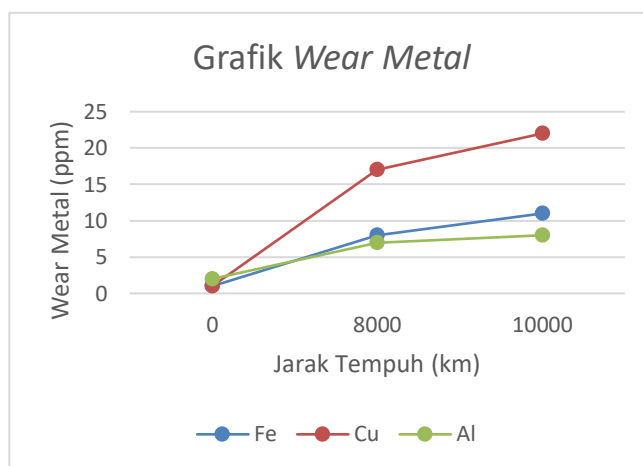
Hasil Penelitian *Wear Metal* Oli Mesin

Hasil pengujian *wear metal* oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian wear metal oli mesin TMO 10W-30

No.	Jarak tempuh (km)	Wear metal (ppm)						
		Iron (Fe)	Copper (Cu)	Alumunium (Al)	Chromium (Cr)	Nickel (Ni)	Tin (Sn)	Lead (Pb)
1	0	< 1	1	2	< 1	< 1	< 1	< 1
2	8.000	8	17	7	< 1	< 1	< 1	< 1
3	10.000	11	22	8	< 1	< 1	< 1	< 1

Selain dalam bentuk tabel, disajikan pula dalam bentuk grafik pengujian *wear metal* oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS sebagai berikut:

**Gambar 2. Grafik hubungan jarak tempuh terhadap nilai wear metal pada oli mesin TMO 10W-30**

Kandungan Fe, Cu, dan Al mengalami perubahan, sedangkan kandungan Cr, Ni, Sn, dan Pb tidak mengalami perubahan hingga pemakaian 10.000 km. Hasil ini merupakan indikator bahwa pelumas tidak lagi optimal dalam menahan gesekan.

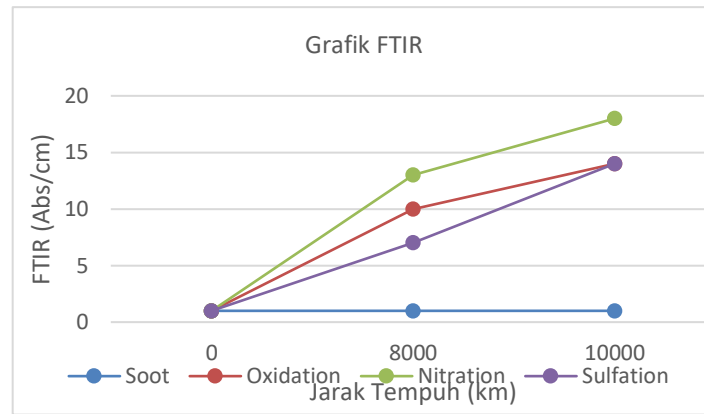
Hasil Penelitian FTIR (*Fourier Transform Infra- Red*) Oli Mesin

Hasil perubahan FTIR (*Fourier Transform Infra- Red*) oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian FTIR oli mesin TMO 10W-30

No.	Jarak tempuh (km)	FTIR (Abs/cm)			
		Soot	Oxidation	Nitration	Sulfation
1	0	< 1	< 1	< 1	< 1
2	8.000	1	12	24	6
3	10.000	1	14	25	6

Selain dalam bentuk tabel, disajikan pula dalam bentuk grafik pengujian FTIR oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik hubungan jarak tempuh terhadap nilai FTIR pada oli mesin TMO 10W-30

Data menunjukkan nilai *nitration* mengalami peningkatan yang signifikan pada pemakaian 10.000 km mencapai 25 Abs/cm menandakan adanya peningkatan reaksi kimia antara pelumas dan senyawa nitrogen oksida (NOx) dari sisa pembakaran. Reaksi ini umum terjadi pada kendaraan *hybrid* karena siklus kerja mesin hidup-mati (*start-stop*) yang menyebabkan temperatur pembakaran meningkat secara tiba-tiba.

Pembahasan

Hasil menunjukkan bahwa jarak tempuh sangat berpengaruh terhadap kualitas oli mesin TMO 10W-30. Penurunan viskositas dan peningkatan *wear metal* serta FTIR terjadi secara konsisten seiring bertambahnya jarak tempuh kendaraan. Secara khusus sebagai berikut:

- Pada jarak tempuh 8.000 km, viskositas mengalami penurunan, keausan logam mengalami peningkatan, dan nilai oksidasi serta nitration mulai mengalami peningkatan.
- Pada jarak tempuh 10.000 km, semua parameter menunjukkan kondisi yang mendekati batas standar minimum yang ditentukan.

Dengan demikian, penggantian oli mesin disarankan tidak lebih dari 10.000 km untuk mempertahankan fungsi perlindungan optimal oli terhadap kinerja mesin, khususnya pada kendaraan *hybrid* yang beroperasi dalam siklus kerja yang kompleks.

Viskositas

Pengujian viskositas menggunakan metode ASTM D7279-20 menunjukkan nilai viskositas kinematik mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak tempuh.

Perhitungan perubahan viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix *Hybrid* M20A-FKS sebagai berikut:

- Perubahan nilai viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada jarak tempuh 8.000 km :

$$\begin{aligned}\eta_t &= \eta_{t1} - \eta_{t0} \\ &= 8,44 - 9,77 \\ &= 1,33 \text{ cSt}\end{aligned}$$

- Persentase perubahan viskositas oli TMO 10W-30 pada jarak tempuh 8.000 km :

$$\begin{aligned}\eta_t &= \frac{(\eta_{t1} - \eta_{t0})}{\eta_{t0}} \times 100\% \\ \eta_t &= \frac{(8,44 - 9,77)}{9,77} \times 100\% \\ \eta_t &= \frac{(1,33)}{9,77} \times 100\% \\ \eta_t &= 13,61\%\end{aligned}$$

- Perubahan nilai viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada jarak tempuh 10.000 km :

$$\begin{aligned}\eta_t &= \eta_{t1} - \eta_{t0} \\ &= 8,06 - 9,77 \\ &= 1,71 \text{ cSt}\end{aligned}$$

- Persentase perubahan viskositas oli TMO 10W-30 pada jarak tempuh 10.000 km:

$$\eta_t = \frac{(\eta_{t1} - \eta_{t0})}{\eta_{t0}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{(8,06 - 9,77)}{9,77} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{(1,71)}{9,77} \times 100\%$$

$$\eta_t = 17,50\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas disajikan data perubahan viskositas dan persentase penurunan viskositas oli mesin TMO 10W-30 dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Data perhitungan viskositas oli mesin TMO 10W-30

No.	Jarak Tempuh (km)	Viskositas Kinematik @100 °C (cSt)	Perubahan viskositas (cSt)	Persentase perubahan viskositas (%)
1	0	9,77	0	0 %
2	8.000	8,44	1,33	13,61 %
3	10.000	8,06	1,71	17,50 %

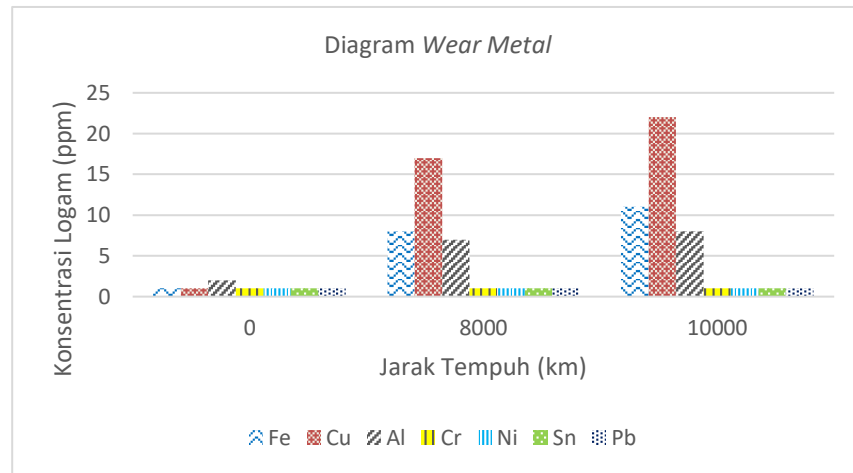
Selain dalam bentuk tabel, disajikan pula dalam bentuk grafik perhitungan persentase viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik hubungan jarak tempuh terhadap nilai persentase perubahan viskositas oli mesin TMO 10W-30

Dari hasil perhitungan menunjukan bahwa perubahan viskositas oli mesin TMO 10W-30 pada jarak tempuh 8.000 km adalah 1,33 cSt atau 13,61 % dan pada jarak tempuh 10.000 km adalah 1,71 cSt atau 17,50 %. Dengan demikian, oli masih layak untuk digunakan, dikarenakan standar kekentalan yang disarankan yaitu minimal 8,0 cSt dan maksimal 14,0 cSt.

Viskositas pada suhu 100°C menunjukkan penurunan dari 9,77 cSt pada 0 km (baru) menjadi 8,06 cSt pada pemakaian 10.000 km. Nilai ini telah mendekati batas minimal untuk spesifikasi oli mesin 10W-30, yang menandakan penurunan kemampuan pelumasan. Kekentalan yang terlalu rendah dapat meningkatkan risiko keausan dan panas berlebih pada komponen mesin.

Wear metal

Gambar 5. Diagram hubungan jarak tempuh terhadap perubahan nilai wear metal oli mesin TMO 10W-30

a. *Iron* (Fe)

Iron (Fe) meningkat dari <1 ppm menjadi 11 ppm. *Iron* berasal dari komponen utama mesin berbahan dasar baja seperti *cylinder liner*, *crankshaft*, *camshaft*, dan *rocker arm*. Hasil pengujian tersebut menandakan adanya keausan dari komponen tersebut yang disebabkan oleh viskositas oli yang menurun sehingga mengurangi fungsi *oil film*. Selain itu masuknya partikel debu dari sistem saluran udara juga mempercepat goresan mekanis dalam area mesin.

b. *Copper* (Cu)

Copper (Cu) mengalami peningkatan hingga 22 ppm terjadi karna degradasi pelindung *bearing*, disebabkan oleh hilangnya tekanan *oil film* pelumas dan perubahan beban mesin *hybrid (regeneratif & start-stop)*.

c. *Alumunium* (Al)

Alumunium (Al) meningkat hingga 8 ppm, nilai ini menunjukkan adanya keausan pada bagian piston atau *bearing*. karena temperatur tinggi pada siklus pembakaran dan penurunan viskositas oli mesin.

d. *Cromium* (Cr)

Cromium (Cr) digunakan sebagai *chrome coating* pada ring piston. Nilai Cr yang tidak terdeteksi atau masih berada dalam batas aman menandakan oli masih mampu mencegah kontak keras di area dengan pelapisan khusus.

e. *Nickel* (Ni)

Nickel (Ni) tidak terdeteksi dari hasil pengujian yang menandakan tidak ada degradasi akibat *fatigue* dan lapisan *bearing* tidak mengalami keausan.

f. *Tin* (Sn)

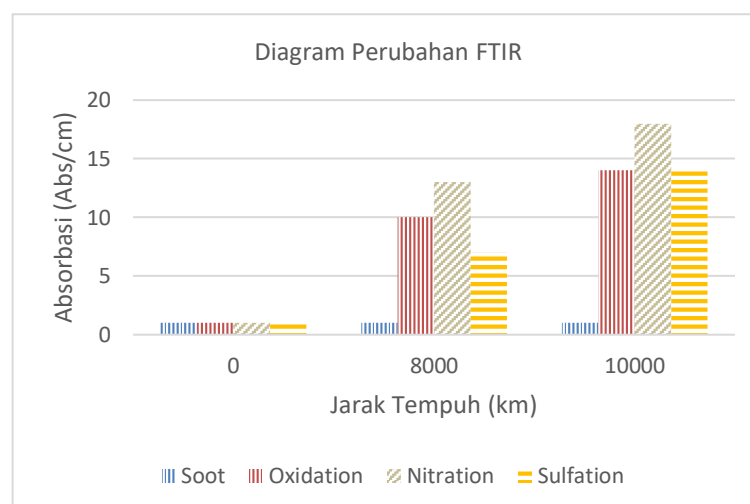
Tin (Sn) Sn merupakan *overlay* pada *bearing* yang berfungsi untuk menyerap partikel kontaminan dan melindungi lapisan bawah dari *bearing*. Nilai rendah menunjukkan *overlay* belum aus dan tidak ada *scoring* akibat partikel asing.

g. *Lead* (Pb)

Lead (Pb) Pb adalah bagian dari *bimetal bearing* sebagai *solid lubricant* dan lapisan pelindung. Pb tetap stabil karena pelumas masih cukup menahan beban, mencegah gesekan langsung dan tidak terjadi kontaminasi logam berat.

Berdasarkan data diatas peningkatan *wear metal* ini sejalan dengan penurunan kualitas oli mesin, terutama viskositas dan kemampuan perlindungan lapisan pelumas atau *oil film*.

FTIR



Gambar 6. Diagram hubungan jarak tempuh terhadap perubahan nilai FTIR oli mesin TMO 10W-30

- Soot**
Soot tidak mengalami peningkatan, menunjukkan pembakaran yang efisien dan relatif bersih meskipun kualitas oli mengalami penurunan.
- Oxidation**
Oxidation meningkat menjadi 14 Abs/cm. Hal ini menunjukkan degradasi kimia karena suhu tinggi dan terjadi reaksi dengan oksigen. Oxidation masih dalam batas aman karna pelumas masih stabil secara kimia dan Aditif antioksidan masih aktif melindungi struktur molekul oli.
- Nitration**
Nitration meningkat menjadi 25 Abs/cm. Hal ini terjadi karna *nitration* merupakan reaksi kimia antara oli mesin dan senyawa NO_x dari hasil pembakaran bahan bakar. Kondisi ini sangat berpengaruh pada kendaraan hybrid, karena siklus mesin *start-stop* menghasilkan fluktuasi suhu ruang bakar yang ekstrim.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap oli mesin TMO 10W-30 pada kendaraan Toyota Innova Zenix Hybrid M20A-FKS dengan parameter utama viskositas, *wear metal*, dan FTIR pada jarak tempuh 0 km (baru), 8.000 km dan 10.000 km dapat diambil kesimpulan bahwa viskositas oli mengalami penurunan seiring bertambahnya jarak tempuh. Pada oli baru, viskositas @100°C adalah 9.77 cSt, kemudian menurun 1,71 cSt atau 17,50 % menjadi 8.06 cSt pada jarak 10.000 km, yang mendekati batas standar minimal viskositas oli mesin TMO 10W-30. Kandungan *wear metal* (Fe, Cu, Al, Cr, Ni, Sn, Pb) mengalami peningkatan, khususnya Fe dari <1 ppm menjadi 11 ppm, Cu dari 1 ppm menjadi 22 ppm, dan Al dari 2 ppm menjadi 8 ppm pada jarak tempuh 10.000 km, yang menunjukkan terjadinya keausan pada komponen internal mesin. Selain itu, hasil analisis FTIR menunjukkan peningkatan nilai oksidasi dari <1 Abs/cm menjadi 14 Abs/cm, nitration dari <1 Abs/cm menjadi 25 Abs/cm, dan sulfasi dari <1 Abs/cm menjadi 6 Abs/cm pada sampel oli mesin dengan jarak tempuh 10.000 km yang menunjukkan degradasi termal dan kontaminasi hasil pembakaran. Penggunaan oli mesin melebihi jarak tempuh 10.000 km akan menunjukkan tanda-tanda penurunan kualitas oli, baik secara fisik (viskositas), kimia (FTIR), maupun material (*wear metal*). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas oli menurun dan mulai kehilangan kemampuannya dalam memberikan pelumasan setelah pemakaian di atas 10.000 km.

5. REFERENSI

- R. Eldiansyah and E. Suwarni. 2023. "Pengaruh Citra Merek, Harga, Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Kendaraan Hybrid Toyota Kijang Innova Zenix (Studi Kasus Pada Masyarakat di Bandar Lampung)," vol. 13, no. 2.
- N. K. Noviyanti. 2024. "ANALISIS BAURAN PEMASARAN TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN MOBIL TOYOTA INNOVA ZENIX PADA PT. AGUNG AUTOMALL CABANG DENPASAR".

- F. Sukarno, T. Nurcahyadi, and T. H. A. Santosa. 2023. "ANALISA KARAKTERISTIK VISKOSITAS DAN KONDUKTIVITAS TERMAL MINYAK PELUMAS YAMALUBE BARU DAN YAMALUBE BEKAS BESERTA PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA SEPEDA MOTOR YAMAHA VIXION 150 CC".
- R. Harfi, M. H. Assayyaf, and B. Setiadi. 2024. "ANALISIS PENGARUH BEBAN BEJANA TERHADAP KUALITAS OLI GARDAN PADA UNIT KOMATSU HD785-7," vol. 26, no. 1.
- D. Oleh, "UJI EFEKTIVITAS EM-4 DALAM MENDEGRADASI TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON PADA LIMBAH OLI".
- R. Effendi and A. A. Pratama. 2024. "Analisis Penurunan Nilai Viskositas Oli Mobil Toyota Rush," vol. 9, no. 2.
- J. Sumarno. 2022. "Analisis Kelayakan Viskositas Minyak Pelumas Sae 10w-30 Ahm Spx2 Matic, Api-SI Jaso Pada Motor Pcx 150 Tahun 2018." Dec. 31.
- I. Fadilah, G. Sudarmawan, and A. Y. Yusyama. 2022. "Pengaruh Jarak Tempuh Sepeda Motor Terhadap Nilai Viskositas Pelumas SAE 10w-40 dengan Metode Ostwald.
- N. A. IRAWAN, "PERBANDINGAN VISKOSITAS OLI MESIN BARU DAN OLI MESIN YANG TELAH DIGUNAKAN PADA BUS HINO (STUDI KASUS PERUM DAMRI BANDARA SOEKARNO-HATTA)," diploma, POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN, 2016. Accessed: Nov. 09, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.pktj.ac.id/1014/>
- H. Harun, J. Junaidi, and F. A. K. Nasution. 2023 "PENGARUH MINYAK PELUMAS OIL SHELL ADVANCE AX7 SAE 10W-40 MATIC BERDASARKAN KEKENTALAN KINEMATIK DAN TOTAL BASE NUMBER PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA N MAX 155," *Bul. Utama Tek.*, vol. 18, no. 2, pp. 130–134, Feb. 2023, doi: 10.30743/but.v18i2.6643.
- Abdurohman. 2022. "Analisis Pengaruh Turunnya Tekanan Minyak Pelumas Terhadap Kinerja Motor Diesel Penggerak Utama," *J. Sains Teknol. Transp. Marit.*, vol. 4, no. 1, pp. 28–37, May 2022, doi: 10.51578/j.sitektransmar.v4i1.47.
- "simulator, analisis pengaruh viskositas pada simulator alat uji pelumas bantalan."
- "ANALISA KERUSAKAN PADA GEARBOX OVERHEAD CRANE 10 TON DI PT. INKA (Persero) MADIUN DENGAN METODE OIL USED ANALYSIS."
- F. SCSTEng, "Perancangan Disitilasi Oli Bekas Menjad Bahan Bakar Alternatif," Apr. 2017, [Online]. Available: <https://olibekasdistilasi.blogspot.com/2017/04/perancangan-disitilasi-oli-bekas-menjad.html>
- T. G. TAM, "Auto2000 Literatur Manual", [Online]. Available: <https://team-gp.study.jp/rpv/home/default.aspx>
- P. P. LNG Indonesia, "Viskositas: Pengertian, Rumus, Jenis, dan Penerapannya dalam Industri," Oct. 2023.