

Pengaruh Penggunaan Filter pada Strainer Terhadap Usia Pakai Filter Bahan Bakar Mesin Diesel 6374 CC

Sidqi Hidayat Tulloh
Politeknik Negeri Malang

Purwoko Purwoko
Politeknik Negeri Malang

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang

Abstract. Indonesia has implemented a policy of using biodiesel with a 30% biodiesel content, known as B30. The use of biodiesel also tends to have deposits that can clog fuel channels and filters. This can cause serious problems in the fuel system, especially blockages in the fuel filter. This research aims to find out which filter on the strainer is the most optimal in increasing the service life of the fuel filter on the 6374 CC diesel engine. In this study, the research approach used was a quantitative experimental type. The independent variable used in this research is the size of the filter on the strainer, namely 10 μm , 18 μm , and 20 μm , and the dependent variable is the service life of the fuel filter. With the data collection method using a filter density test tool. The data obtained was then processed into graphic data and analyzed using the one way anova method. The research results show that all strainer filters are able to increase filter life from 1,702 km to 5,106 km. The strainer filter with a size of 18 μm at km 5,106 is the most optimal filter. This happens because this filter does not require routine cleaning at every round-trip vehicle operation like a 10 μm size strainer filter and the discharge is slightly higher than a 20 μm size strainer filter.

Keywords: Strainer, fuel filter, service life.

Abstrak. Indonesia telah menerapkan kebijakan penggunaan biodiesel dengan kandungan 30% dalam biosolar, yang dikenal sebagai B30. Penggunaan biodiesel ini juga cenderung memiliki endapan yang dapat menyumbat saluran dan saringan bahan bakar. Hal ini dapat menyebabkan masalah yang serius pada sistem bahan bakar, terutama penyumbatan pada filter bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui filter pada strainer manakah yang paling optimal dalam meningkatkan usia pakai filter bahan bakar pada mesin diesel 6374 CC. Pada penelitian ini pendekatan penelitian yang digunakan adalah Kuantitatif jenis Eksperimen. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini berupa ukuran filter pada strainer, yaitu 10 μm , 18 μm , dan 20 μm , serta variabel terikat berupa usia pakai filter bahan bakar. Dengan metode pengambilan data menggunakan alat uji kemampuan filter. Data yang diperoleh dilakukan kemudian diolah menjadi data grafik dan dianalisis menggunakan metode anova one way. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua filter strainer mampu menambah usia pakai filter dari 1.702 km menjadi 5.106 km. Filter strainer dengan ukuran 18 μm di km 5.106 merupakan filter yang paling optimal. Hal ini terjadi karena filter ini tidak memerlukan pembersihan rutin di setiap operasional kendaraan pulang-pergi seperti filter strainer ukuran 10 μm dan debitnya sedikit lebih banyak daripada filter strainer ukuran 20 μm .

Kata kunci: Strainer, Filter bahan bakar, Usia pakai.

LATAR BELAKANG

Salah satu tindakan untuk menekan laju pemakaian bahan bakar biosolar yang saat ini keberadaannya semakin menipis, pemerintah Indonesia mengimplementasikan program untuk beralih penggantian ke bahan bakar biodiesel (Saksono 2022). Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan ramah lingkungan, yang terbuat dari minyak nabati dan merupakan jenis bahan bakar alternatif sebagai pengganti biosolar. Saat ini, Indonesia telah menerapkan

kebijakan penggunaan biodiesel dengan kandungan 30% dalam biosolar, yang dikenal sebagai B30. Dimana kelebihan dari biodiesel ini yaitu kandungan sulfur rendah, gugus aromatis rendah, dan nilai kalor tinggi serta biodegradable (Hariyanto et al. 2021).

Selain mempunyai keunggulan, biodiesel juga mempunyai kelemahan, seperti rentan terhadap kontaminasi air, kandungan energi yang lebih rendah serta memiliki masalah pada suhu rendah (Murti 2020). Penggunaan biodiesel ini juga cenderung memiliki endapan yang dapat menyumbat saluran dan saringan bahan bakar (Tomo and Brunner 2022). Hal ini dapat menyebabkan masalah yang serius pada sistem bahan bakar, terutama penyumbatan pada filter bahan bakar. Air yang masuk ke dalam bahan bakar dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan endapan, yang pada gilirannya dapat menyumbat filter dan merusak komponen mesin.

Disisi lain, biodiesel memiliki heating value yang lebih rendah daripada minyak solar. Heating value minyak solar dapat mencapai 42 MJ/Kg, sedangkan biodiesel lebih rendah yaitu 37 MJ/Kg (Karwana et al. 2020). Dengan heating value yang lebih rendah tersebut, penggunaan biodiesel ini memiliki potensi meningkatkan konsumsi bahan bakar pada suatu kendaraan. Dimana konsumsi bahan bakar berhubungan erat dengan efisiensi kendaraan. Suatu kendaraan dapat dikatakan efisien jika dengan konsumsi bahan bakar serendah-rendahnya dapat menghasilkan tenaga sebesar-besarnya.

Dengan berbagai kekurangan tersebut, tentunya akan menyebabkan penyaringan atau filtrasi bahan bakar ke ruang bakar menjadi kurang maksimal. Filter ganda yang perannya terdiri dari pre filter dan main filter akan menemui tumpukan sisa elemen B30, sehingga perlu penggantian secara rutin untuk kedua filter. Hal tersebut tentunya akan berbeda hasilnya jika pemasangan strainer dilakukan.

Strainer merupakan suatu alat berbentuk botol yang terbuat dari bahan plastik tembus pandang, yang ditempatkan di antara tangki dan filter bahan bakar. Strainer ini berfungsi untuk mencegah endapan kotoran atau partikel-partikel kecil yang berasal dari biosolar B30 sampai ke filter bahan bakar dengan cara memisahkan udara (air), khususnya padatan serta menangkap gliserin yang ada dalam biodiesel (solar B30) sehingga diharapkan dapat menghambat kandungan tersebut berlanjut ke pre filter dan main filter. Dengan demikian bahan bakar yang masuk ke filter dan ruang bakar mesin dapat terjaga kualitasnya dan tentunya dapat meningkatkan umur operasional dari filter bahan bakar.

Di dalam strainer, terdapat filter yang dimana sangat mempengaruhi sejumlah parameter yang signifikan, termasuk tingkat penyaringan terhadap kontaminan, resistensi aliran bahan bakar, dan kemampuan untuk mengatasi masalah endapan dan air. Dengan

memvariasikan filter tersebut dalam penelitian ini, akan dapat dikaji secara lebih mendalam tentang dampak atau pengaruhnya terhadap usia pakai filter bahan bakar pada kendaraan yang menggunakan biodiesel B30.

Berdasarkan permasalahan atau uraian di atas, maka dirumuskan judul “Pengaruh Penggunaan Filter Pada Strainer Terhadap Usia Pakai Filter Bahan Bakar Mesin Diesel 6374 CC” untuk mengetahui variasi filter strainer manakah yang paling optimal dalam meningkatkan usia pakai filter bahan bakar pada kendaraan dengan bahan bakar biodiesel B30.

KAJIAN TEORITIS

Mesin Diesel

Mesin diesel adalah mesin yang termasuk dalam golongan mesin pembakaran di dalam (internal combustion engine) (Julianto and Sunaryo 2020). Dimana proses pembakarannya terjadi karena udara murni yang dimampatkan atau dikompresi dalam suatu ruang bakar sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi dan panas yang tinggi, bersamaan dengan itu bahan bakar disemprotkan/dikabutkan ke dalam ruang bakar sehingga terjadilah pembakaran. Pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan kenaikan panas yang secara tiba-tiba dan tentunya tekanan menjadi tinggi di dalam ruang bakar. Tekanan tersebut akan mendorong piston menuju ke bawah yang berlanjut dengan berputarnya poros engkol.

Bahan Bakar Solar

Bahan bakar diesel yang sering disebut solar (heavy oil) merupakan suatu campuran hydrocarbon yang diperoleh dari penyulingan minyak mentah pada temperatur 200°C sampai 340°C (Megawati, Rudiyanto, and Huda 2019). Dimana bahan bakar ini paling banyak dikonsumsi masyarakat untuk keperluan industri dan transportasi. Di sektor industri, bahan bakar diesel digunakan dalam berbagai mesin dan peralatan, mulai dari pembangkit listrik hingga alat berat untuk konstruksi. Sementara itu, dalam sektor transportasi, kendaraan bermotor seperti truk, bus, dan kapal juga mengandalkan bahan bakar diesel sebagai sumber energi utama mereka.

Sistem Bahan Bakar

Common rail adalah teknologi sistem injeksi baru pada mesin diesel, teknologi ini memungkinkan tekanan pada ruang bakar menjadi fleksibel (dapat berubah) menyesuaikan dengan output yang dikehendaki, teknologi common rail ini juga menyempurnakan akurasi volume bahan bakar/solar yang masuk ke ruang bakar (Zaka and Suprpto 2020). Perbedaannya dengan mesin injection konvensional yaitu pada sistem penyemprotannya.

Dimana sistem penyemprotan mesin injection konvensional hanya sekali semprot, sedangkan common rail bisa menyemprotkan 3 kali sekaligus dalam satu waktu pembakaran.

Filter Bahan Bakar

Filter bahan bakar memiliki fungsi yang sangat vital dalam sistem bahan bakar mesin. Filter ini merupakan komponen dalam sistem saluran bahan bakar yang bertugas untuk menyaring kontaminasi dari bahan bakar (Komariah et al. 2018). Tanpa adanya komponen filter ini, tentunya akan mengakibatkan suatu permasalahan atau kerusakan pada mesin kendaraan. Pada mesin diesel, terdapat dua filter yang digunakan untuk penyaringan, yaitu filter bahan bakar primer dan sekunder. Filter bahan bakar primer berfungsi sebagai penyaring utama yang letaknya langsung setelah tangki bahan bakar. Sedangkan filter bahan bakar sekunder berfungsi sebagai penyaring cadangan jika kotoran belum tersaring dengan baik.

Strainer

Strainer merupakan suatu alat berbentuk botol yang terbuat dari bahan plastik tembus pandang, yang ditempatkan di antara tangki dan filter bahan bakar. Dimana fungsi utamanya adalah untuk mencegah endapan berupa kotoran yang berasal dari biosolar B30 agar tidak masuk ke filter bahan bakar. Sehingga bahan bakar biosolar yang masuk menuju filter dan ruang bakar mesin dapat terjaga kualitasnya.

Usia Pakai

Usia pakai filter bahan bakar mengacu pada rentang waktu atau jumlah operasi yang dapat ditempuh oleh filter bahan bakar sebelum memerlukan penggantian dengan filter yang baru. Penggantian ini harus dilakukan secara rutin atau berkala untuk mencegah filter bahan tersebut kotor dan menghambat kinerja sistem bahan bakar. Dimana kotornya filter solar disebabkan karena umur pakai dari filter tersebut yang sudah melampaui batas dan banyaknya kotoran atau partikel-partikel kecil pada bahan bakar (Chairani, Usman, and Hidayah 2015). Normalnya penggantian filter solar setiap 20.000 km sekali, tetapi bisa lebih cepat atau lama tergantung dari kualitas bahan bakar yang dipakai (Iwan Al Khasni, 2023).

Selain interval jarak, faktor yang mempercepat kotornya filter bahan bakar adalah kualitas bahan bakar. Bahan bakar biosolar yang berkualitas rendah cenderung mengandung lebih banyak kontaminan, seperti kotoran, air, dan partikel lainnya. Ketika bahan bakar mengalir melalui sistem, filter bekerja keras untuk menyaring elemen-elemen ini, sehingga meminimalkan resiko kerusakan pada mesin. Namun, jika kualitas bahan bakar rendah, filter dapat tersumbat lebih cepat, mengurangi efisiensi penyaringan dan meningkatkan potensi kerusakan pada komponen mesin.

Data usia pakai pada penelitian ini diperoleh dari penghitungan laju aliran / debit dari bahan bakar. Untuk menemukan laju aliran debit, maka dibutuhkan rumus debit air sebagai berikut (Prastyo, Zulfika, and Dyah 2022):

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana:

Q : Debit (liter/menit)

V : Volume (liter)

t : Waktu (menit)

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini pendekatan penelitian yang digunakan adalah Kuantitatif jenis Eksperimen. Metode eksperimen merupakan metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap objek kajian dalam periode tertentu dan melakukan pencatatan secara sistematis pada hasil yang diamati.

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada bulan Februari sampai April 2024 yang dilakukan di Pool Perusahaan Umum (Perum) DAMRI Cabang Malang, tepatnya di Jl. Letjend S. Parman No.11, Lowokwaru, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin Diesel 6374 CC

Mesin diesel yang digunakan yaitu Mercedes Benz dengan tipe OH 1626, yang berfungsi sebagai media atau objek dari penelitian.

2. Strainer

Merupakan suatu alat berbentuk botol yang terbuat dari bahan plastik tembus pandang, yang ditempatkan di antara tangki dan filter bahan bakar.

3. Filter Strainer

Merupakan komponen yang berfungsi menyaring kotoran dari bahan bakar sebelum masuk ke filter bahan bakar. Alat ini menjadi variabel bebas dari penelitian ini dengan 3 variasi ukuran yang berbeda.

4. Filter Bahan Bakar

Merupakan komponen dalam sistem saluran bahan bakar yang berfungsi untuk menyaring kontaminasi dari bahan bakar. Filter ini merupakan bahan yang diuji untuk diketahui umur atau usia pakai setelah dilakukan pemasangan strainer.

5. Alat Uji Kemampatan Filter

Merupakan alat yang berfungsi untuk menguji kemampuannya dalam menyaring kotoran atau partikel-partikel kecil dari bahan bakar.

Variabel Penelitian

1) Variabel Bebas (Variabel Independen)

- Filter strainer dengan ukuran 10 μm .
- Filter strainer dengan ukuran 18 μm .
- Filter strainer dengan ukuran 20 μm .

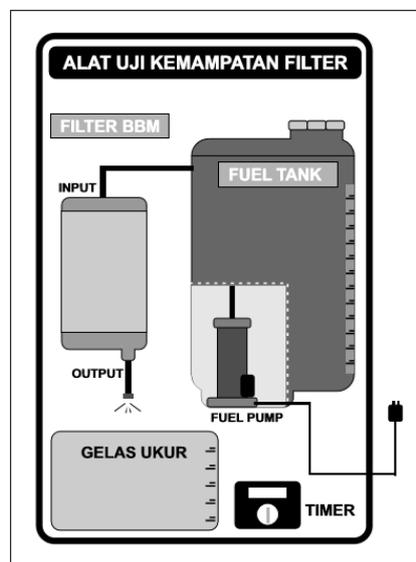
2) Variabel Terikat (Variabel Dependen)

- Usia pakai filter bahan bakar.

3) Variabel Kontrol

- Waktu saat uji kemampatan filter bahan bakar.
- Kilometer tempuh kendaraan (3.404 km, 5.106 km, 6.808 km).

Setting Peralatan Penelitian



Gambar 1. *Setting* Peralatan Penelitian

Proses pengujian dilakukan pada instalasi seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Volume output bahan bakar diperoleh dari pengujian filter bahan bakar menggunakan alat uji kemampatan filter. Mula-mula tangki bahan bakar dihubungkan ke pompa bahan bakar agar

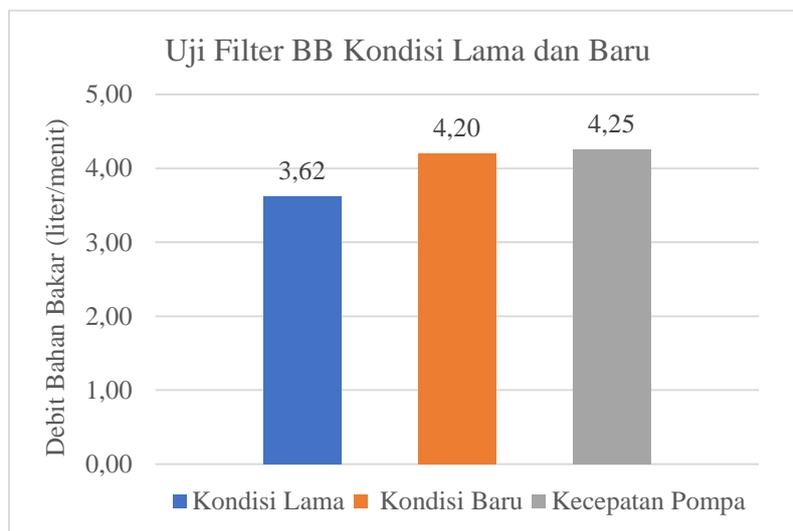
bahan bakar dari tangki dapat tersirkulasi menuju ke filter bahan bakar, dimana filter bahan bakar merupakan bahan uji utama pada penelitian ini. Setelah bahan bakar melewati filter bahan bakar akan menuju ke gelas ukur yang nantinya volume dari bahan bakar tersebut dihitung dan dicatat hasilnya.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data yang terdapat pada hasil pengujian yaitu dengan mencatat dan diolah menggunakan *software Microsoft Excel*. Dari yang semula berupa data tabel dirubah menjadi data grafik. Kemudian grafik ini akan dianalisa untuk melihat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dengan menggunakan metode analisis *anova one way*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Filter Lama dan Baru

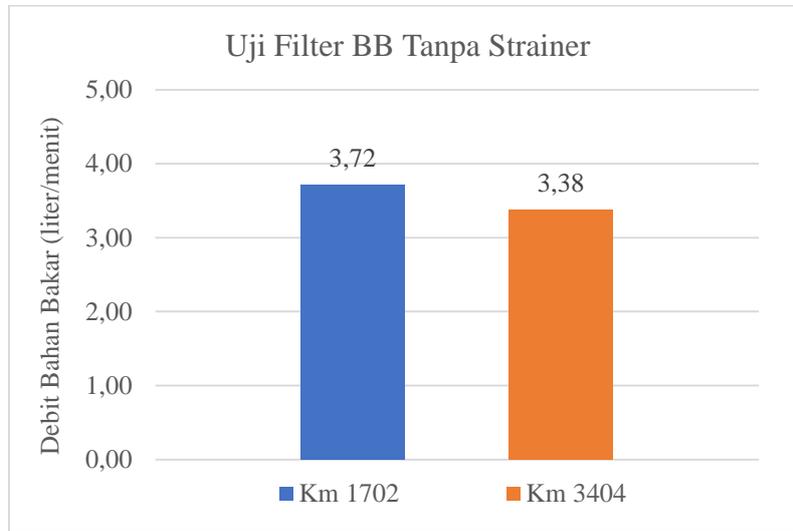


Gambar 2. Uji Filter Lama dan Baru

Proses pengujian pada penelitian ini menggunakan alat uji kemampuan filter bahan bakar, yang salah satu komponennya yaitu pompa bahan bakar. Dalam pengujian pompa bahan bakar tanpa filter bahan bakar, diperoleh debit bahan bakar sebesar 4.25 liter/menit. Pada grafik pengujian filter bahan bakar kondisi lama (setelah pemakaian dan sudah timbul gejala), diperoleh hasil rata-rata debit bahan bakar pada proses pengujian sebanyak 3.62 liter/menit. Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai tolok ukur terendah (debit minimum), dimana suatu filter bahan bakar harus dilakukan penggantian. Pada grafik pengujian filter bahan bakar kondisi baru (sebelum pemakaian) diperoleh hasil rata-rata debit bahan bakar pada proses pengujian sebanyak 4.20 liter/menit. Hasil tersebut digunakan sebagai tolok ukur tertinggi

(debit maksimum), dimana suatu filter bahan bakar masih dalam kondisi aman dan layak untuk digunakan.

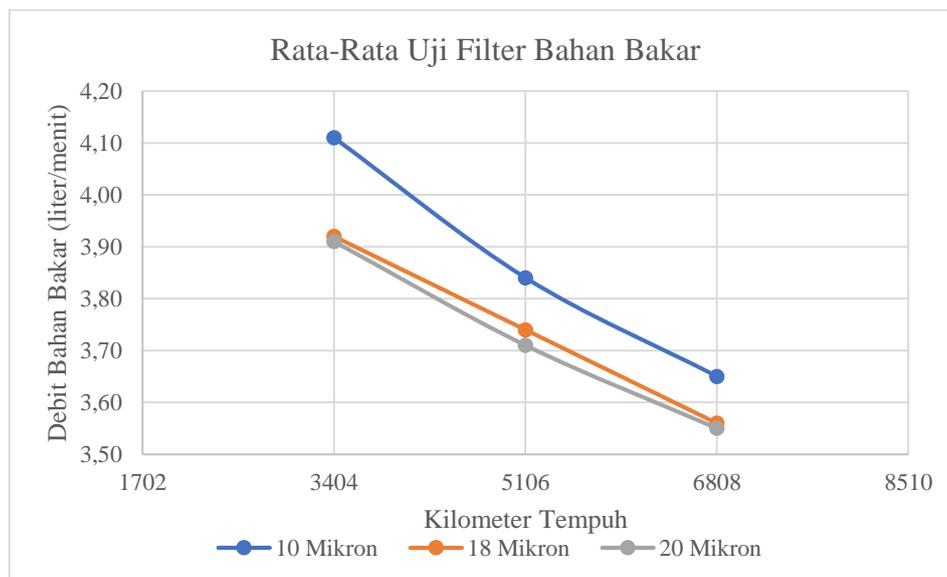
Uji Filter Tanpa Strainer



Gambar 3. Uji Filter Tanpa Strainer

Pada grafik pengujian di atas, filter bahan bakar tanpa strainer pada kilometer 1.702 menghasilkan debit bahan bakar 3.72 liter/menit, dan pada kilometer 3.404 menghasilkan debit bahan bakar 3.38 liter/menit. Terjadi penurunan debit bahan bakar sebesar 7% dari hasil pengujian tersebut. Dimana pada kilometer tempuh 3.404, filter bahan bakar harus dilakukan penggantian karena hasil pengujian debitnya di bawah debit minimum dari pengujian filter bahan bakar kondisi lama.

Rata-Rata Data Uji Filter BB dengan Strainer



Gambar 4. Rata-Rata Data Uji Filter BB dengan Strainer

Dari keseluruhan proses pengujian filter bahan bakar, rata-rata debit yang paling banyak diperoleh pada masing-masing kilometer yaitu filter bahan bakar dengan filter strainer dengan ukuran 10 μm . Hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran filter pada strainer maka akan semakin bersih bahan bakar yang tersaring menuju filter bahan bakar, dampaknya filter bahan bakar menjadi lebih tahan terhadap penumpukan kotoran dan secara langsung dapat memperpanjang umur pakainya.

Meskipun demikian, filter strainer berukuran 10 μm ini tidak optimal karena membutuhkan pembersihan secara rutin setiap kali kendaraan beroperasi pulang-pergi. Ukuran yang sangat kecil menyebabkan komponen strainer lebih mudah mengalami penyumbatan, mengurangi efisiensi penyaringan, dan mengganggu kinerja pada mesin.

Filter bahan bakar dengan filter strainer ukuran 18 μm dan 20 μm rata-rata hasil debitnya hampir sama, tetapi dari masing-masing pengujian tiap kilometer, debit yang dihasilkan filter bahan bakar dengan filter strainer ukuran 18 μm sedikit lebih banyak. Sehingga filter bahan bakar dengan filter strainer ukuran 18 μm dengan kilometer tempuh 5.106 km merupakan yang paling optimal dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini terjadi karena pada kilometer 5.106, semua filter masih dalam kondisi aman (di atas rata-rata debit kondisi lama/debit minimum).

Dengan demikian penggunaan komponen strainer ini mampu memperpanjang umur pakai filter bahan bakar, dari yang semula hanya di 1.702 km pada filter bahan bakar tanpa strainer, menjadi 5.106 km dengan filter strainer ukuran 18 μm . Karena umur pakai yang meningkat tersebut, tentunya juga mengurangi biaya penggantian filter bahan bakar dan perbaikan mesin yang mungkin timbul akibat penggunaan bahan bakar yang kotor/tidak bersih.

Analisis Data

Hasil pengujian pada penelitian ini dilakukan analisis data dengan menggunakan metode *Anova One Way* dengan software *Minitab Statistical Software 2021*. Berikut merupakan hasil analisis data pada penelitian ini:

Tabel 1. Hasil Analisis Data**Factor Information**

Factor	Levels Values
Factor	3 10 Mikron, 18 Mikron, 20 Mikron

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	2	0.1921	0.09603	3.29	0.047
Error	42	1.2262	0.02920		
Total	44	1.4183			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.170866	13.54%	9.43%	0.75%

Berdasarkan tabel ANOVA di atas menunjukkan bahwa nilai *p-value* dapat mempengaruhi variabel yang sudah ditentukan. Berikut penjelasan pengambilan keputusan dari tabel ANOVA di atas:

a. Hipotesis

1. Hipotesis Nol (H_0)

Tidak terdapat pengaruh penggunaan filter pada strainer terhadap usia pakai filter bahan bakar pada mesin diesel 6374 CC.

2. Hipotesis Alternatif (H_1)

Terdapat pengaruh penggunaan filter pada strainer terhadap usia pakai filter bahan bakar pada mesin diesel 6374 CC.

b. Keputusan

1. Jika *p-value* < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

2. Jika *p-value* > 0,05, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

c. Penjelasan

Dari nilai data yang muncul pada **Tabel 4.7**, menunjukkan bahwa hasil *p-value* sebesar 0,047 yang artinya nilai tersebut < 0,05, maka hal tersebut membuktikan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan kata lain terdapat pengaruh penggunaan filter pada strainer terhadap usia pakai filter bahan bakar pada mesin diesel 6374 CC.

Kemudian dari hasil uji koefisien determinasi (R Square), menunjukkan bahwa nilai R Square sebesar 13,54%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen sebesar 13,54%, sedangkan sisanya sebesar 86,46% dipengaruhi oleh variabel lain selain variabel dalam penelitian.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua filter strainer mampu menambah usia pakai filter dari 1.702 km menjadi 5.106 km. Dari semua pengujian pada masing-masing kilometer tempuh, filter strainer dengan ukuran 10 μm menghasilkan debit bahan bakar yang tertinggi dan filter strainer dengan ukuran 20 μm menghasilkan debit bahan bakar terendah. Prinsipnya semakin kecil ukuran filter pada strainer maka akan semakin bersih bahan bakar yang tersaring menuju filter bahan bakar, namun ukuran yang sangat kecil menyebabkan komponen strainer lebih mudah mengalami penyumbatan dan perlu dilakukan pembersihan secara rutin ketika kendaraan operasional pulang-pergi sehingga tidak optimal dan mengurangi efisiensi penyaringan. Sebaliknya, semakin besar ukuran filter pada strainer menyebabkan bahan bakar tidak tersaring dengan baik dan menyebabkan lebih banyak penumpukan kotoran pada filter bahan bakar. Filter strainer dengan ukuran 18 μm di km 5.106 merupakan filter yang paling optimal. Hal ini terjadi karena filter ini tidak memerlukan pembersihan rutin di setiap operasional kendaraan pulang-pergi seperti filter strainer ukuran 10 μm dan debitnya sedikit lebih banyak daripada filter strainer ukuran 20 μm .

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah variabel bebas yaitu filter strainer dengan ukuran $> 20 \mu\text{m}$ (filter bawaan strainer). Penelitian selanjutnya juga dapat menambah proses pengujian yang lebih banyak lagi agar didapatkan hasil rata-rata yang lebih akurat. Penelitian selanjutnya juga diharapkan dapat menambah komponen indikator tekanan pada alat uji kemampuan filter, agar ketika proses pengujian tekanan pompa bahan bakar menjadi konstan.

DAFTAR REFERENSI

- Aridiyanto, M. J., & Penagsang, P. (2022). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja koperasi (studi kasus: koperasi di Surabaya Utara). *JEB17: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 7(01), 27-40. <https://doi.org/10.30996/jeb17.v7i01.6542>
- Chairani, L., Usman, Y. V., & Hidayah, N. Y. (2015). Faktor penyebab kerusakan sistem mesin pada bus APTB PPD. *Jurnal*, 36-46.
- Fadly, E. R., & Yanri, P. (2021). Analisis variasi putaran terhadap torsi dan daya pada motor diesel satu silinder. *Jurnal Voering*, 6(1), 7-14.
- Hariyanto, H., Gamayel, A., Kasum, & Mulyana, F. (2021). Pengaruh campuran biodiesel-minyak nabati-minyak atsiri terhadap emisi gas buang mesin diesel. *Jurnal Mekanik Terapan*, 2(1), 41-47.

- Hedar, Y. (2022). Analisis pengaruh pemotongan trayek titik didih minyak solar terhadap nilai calculated cetane index (CCI). *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi*,
- Julianto, E., & Sunaryo, S. (2020). Analisis pengaruh putaran mesin pada efisiensi bahan bakar mesin diesel 2Dg-Ftv. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(3), 225-231. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i3.1282>
- Karuana, F., Kaddihani, W., Ghazidin, H., Wimada, A. R., Solikhah, M. D., Komalasari, C., Pratomo, T. B., Prida, H., & Kuswa, F. M. (2020). Terhadap konsumsi bahan bakar pada. *Jurnal*, 56-62.
- Komariah, L. N., Hadiah, F., Aprianjaya, F., & Nevriadi, F. (2018). Biodiesel effects on fuel filter; assessment of clogging characteristics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1095(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1095/1/012017>
- Lestari, S., & Purwanti, B. S. (2021). Pengaruh penambahan fuel filter generasi Go Green sebagai upaya solusi reduksi emisi gas buang kendaraan. *Jurnal ELKO (Elektrikal dan Komputer)*, 2(1), 87-91. <https://doi.org/10.54463/je.v2i1.11>
- Marhaini, M., Mardwita, A., & Suranda, A. (2022). Analisa efesiensi bahan bakar dan dampak lingkungan emisi gas buang pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) terhadap pembangkit listrik mesin gas (PLTMG). *Jurnal*, 6(2), 57-61.
- Megawati, E., Rudiyanto, R., & Huda, A. M. M. (2019). Analisa blending solar CN-48 dengan Pertadex CN-53. *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 1(1), 30-35. <https://doi.org/10.58267/petrogas.v1i1.10>
- Murti, S. D. S. (2020). Studi karakterisasi pencampuran biodiesel dengan minyak solar. *Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink)*, 13(1), 1-6. <https://doi.org/10.29122/elk.v13i1.4254>
- Prastyo, M. F., Zulfika, D. N., & Dyah, A. I. (2022). Analisis perbandingan penggunaan Eco Racing pada bahan bakar Peralite pada mesin pompa air irigasi melalui uji debit air. *Seminar Nasional Fakultas Teknik*, 1(1), 299-304. <https://doi.org/10.36815/semastek.v1i1.51>
- Ridwan, M., Gunawan, I., & Abbas, S. H. (2023). Analisis modifikasi filter bahan bakar Caterpillar C15 di pusat listrik Laiwui. *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 2(1), 1-13.
- Saksono, P. (2022). Pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel B-30 terhadap performansi engine Cummins Qsk 45-C. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 7(2), 3-8. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v7i2.7037>
- Tomo, B. D., & Brunner, I. M. I. (2022). Pengaruh biodiesel terhadap penurunan emisi gas rumah kaca dengan aplikasi APPLE-GATRIK (studi kasus PLTD Talaga Sulawesi Tenggara). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(3), 3406-3413. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i3.4430>
- Yudandhiss, D. R. C. (2022). Quality assurance on pour point ASTM D-97, flash point ASTM D-93 and kinematic viscosity ASTM D-445 at PPSDM Migas Cepu Petroleum Laboratory. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 17-26.

Zaka, A. M., & Suprpto. (2020). Pengembangan e-modul common rail untuk meningkatkan hasil belajar pada kompetensi perawatan bahan bakar mesin diesel di SMK Negeri Jawa Tengah. *Automotive Science and Education Journal*, 9(1), 1-6.

Zaki, M., & Saiman, S. (2021). Kajian tentang perumusan hipotesis statistik dalam pengujian hipotesis penelitian. *JIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 115-118. <https://doi.org/10.54371/jiip.v4i2.216>