

Pengaruh Penambahan Surfaktan Estolida dan Digliserida pada Pelumas Minyak Goreng terhadap Temperatur Mesin dan Daya

¹ Alfianto , ² Haris Puspito Buwono

^{1,2} Politeknik Negeri Malang

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

Korespondensi penulis: alfianto982@email.com

Abstract. *Lubricating oil is a type of fluid needed by a machine to carry out work steps. Significant changes in the temperature of the lubricating oil viscosity until it is too low makes the engine components less lubricated, which causes the engine components to heat up quickly because the friction between the metals that occurs becomes greater. Lubricant that is of poor quality can cause deposits to appear in the engine room which results in the engine working harder. The aim can be achieved in this research by varying the lubricating oil with a mixture of Estolide and Diglyceride surfactant percentages of (2.5%, 5% and 7.5%). This test was carried out on a petrol motorbike with a combustion chamber volume of 125cc with standard conditions. The data that will be taken in this research includes engine temperature and power. The power testing method using a dynamometer and lubricant with cooking oil mixed with 7.5% estolide surfactant produces an average value of 5.92 HP which has a higher average value than oil with a value of 5.37 HP*

Keywords: *Viscosity, Power, Temperature, Estolide, Diglyceride*

Abstrak. Oli pelumas merupakan salah satu jenis fluida yang dibutuhkan mesin untuk melakukan langkah kerja. Perubahan suhu viskositas minyak pelumas yang signifikan sampai terlalu rendah membuat komponen mesin yang terlumasi menjadi kurang yang mengakibatkan komponen mesin cepat panas karena gesekan antar logam yang terjadi semakin besar. Pelumas yang memiliki kualitas kurang baik dapat menyebabkan munculnya endapan di ruang mesin yang berakibat kerja mesin menjadi lebih berat. Tujuan dapat tercapai dalam penelitian ini dengan melakukan variasi pada minyak pelumas dengan presentase campuran surfaktan Estolida dan Digliserida sebesar (2.5%, 5%, dan 7.5%). Pengujian ini dilakukan pada motor bensin bervolume ruang bakar sebesar 125cc dengan kondisi standar. Data yang akan diambil pada penelitian ini meliputi temperatur mesin dan daya. Metode pengujian daya menggunakan *dynamometer* dan pelumas dengan minyak goreng dicampur 7,5 % surfaktan estolida menghasilkan nilai rata-rata 5,92 HP mempunyai nilai rata-rata lebih tinggi dibanding oli dengan nilai 5,37 HP.

Kata kunci: Viskositas, Daya, Temperatur, Estolida, Digliserida

1. LATAR BELAKANG

Pelumas merupakan zat kimia yang pada umumnya berupa cairan yang diberikan di antara dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi (Sukirno, 2010). Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dalam sistem pelumasan dibutuhkan spesifikasi yang sesuai dengan jenis mesin yang dilumasi. Pelumas yang memiliki kualitas kurang baik dapat menyebabkan munculnya endapan di ruang mesin yang berakibat kerja mesin menjadi lebih berat.

Pelumas telah digunakan sejak zaman dahulu, yang mana masih terbuat dari minyak nabati dan lemak hewani. Setelah bahan dasar pelumas berbahan dasar minyak mineral dan minyak bumi ditemukan dalam jumlah yang cukup banyak dan murah, maka penggunaan bahan dasar pelumas berbahan dasar lemak hewani dan minyak nabati mulai ditinggalkan.

Bahan dasar minyak pelumas (*base oil*) yang saat ini tersedia terbuat dari minyak bumi dan umumnya disebut pelumas mineral, sedangkan yang disintesis secara kimia disebut pelumas sintetik. Namun, pelumas mineral dan pelumas sintetik pada akhirnya menyebabkan masalah pencemaran lingkungan, dan menyebabkan ketersediaan minyak bumi menjadi semakin menipis. Menyebabkan masyarakat mulai menggunakan bahan minyak pelumas yang ramah lingkungan dan mudah tergradasi secara alami (*biodegradable*), seperti minyak goreng kelapa sawit.

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman hasil dari perkebunan yang produksinya mengalami pertumbuhan yang cukup pesat dibanding tanaman perkebunan lainnya di Indonesia. Indonesia menjadi negara penghasil dan pengeksport Minyak Kelapa Sawit terbesar dunia. Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) produksi kelapa sawit meningkat Juli 2022 sebesar 27.303 ribu ton, menjadi 32.066 ribu ton YTD Juli 2023. Salah satu hasil dari pengolahan minyak kelapa sawit adalah minyak goreng. Dalam dunia otomotif, minyak goreng kelapa sawit juga dapat digunakan sebagai alternatif pelumas kendaraan. Hingga saat ini, di Indonesia, penelitian sintesa pelumas dari minyak nabati khususnya minyak kelapa sawit belum menjadi hal yang menarik untuk dijadikan sebuah penelitian, apalagi karena sudah menjadi kebijakan nasional dan diproduksi secara komersial.

Kebutuhan penggunaan minyak pelumas di Indonesia sebanyak 300 juta liter pertahunnya, dan sekitar 40% dari pelumas tersebut akan dibuang ke lingkungan dan menjadi limbah B3 yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini dipilihnya minyak nabati dengan campuran *Estolida* atau digliserida sebagai minyak pelumas diharapkan mendapat hasil yang lebih baik dari minyak pelumas komersil.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Sistem Pelumasan

(Madliyani et al., 2019)Sistem pelumasan bertujuan untuk mengurangi gesekan bagian mesin yang bergerak. Untuk memastikan bahwa komponen mesin tidak terkikis atau aus, pelumas harus diganti secara teratur sesuai dengan jangka pakai mesin dan dengan pelumas yang sesuai dengan spesifikasi mesin. Ini karena setiap produsen mesin biasanya sudah menetapkan pelumas yang tepat untuk produk yang mereka produksi. Selain itu, sistem pelumas memastikan bahwa temperatur mesin tetap stabil dan mesin bekerja dengan sempurna karena komponen tidak terbuang tenaga karena bergesekan secara langsung.

2.2. Daya

(Junaidi et al., 2023) Daya adalah kerja atau energi yang dihasilkan oleh suatu mesin per satuan waktu selama mesin itu beroperasi. Daya yang dihasilkan selama pembakaran disebut sebagai daya indikasi. Piston di silinder mesin kemudian menerima tenaga dan bergerak maju mundur. Proses pembakaran di dalam silinder mesin mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik di dalam piston. Dapat disimpulkan bahwasannya daya adalah tenaga yang dihasilkan akibat dari pekerjaan mesin yang diselesaikan dalam waktu tertentu. Untuk menghitung daya dapat dilakukan dengan persamaan 2 dimana P adalah daya yang dihasilkan dengan satuan Newton meter (Nm) yang didapatkan dari hasil momen putar (Mp) dikali putaran mesin (n)[12], kemudian dibagi 9950 yang mana angka 9950 ini merupakan faktor penyesuaian satuan.

2.3. Suhu Mesin

(Yusuf, 2018) Suhu mesin yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor. Proses pembakaran di ruang bakar, komponen-komponen di dalam mesin yang saling bergesekan, bertumbukan, merupakan salah satu penyebab sumber dari perubahan suhu yang terjadi pada mesin. Suhu mesin yang dimaksud disini bukan merupakan kondisi suhu di ruang bakar, tetapi hanya merupakan konduksi dari ruang bakar saat terjadi proses pembakaran. Suhu mesin bisa juga dipengaruhi pada saat mesin melakukan proses kerja dalam setiap siklusnya.

Selain itu suhu mesin dipengaruhi juga oleh jenis bahan bakar yang digunakan, jenis oli yang digunakan, spesifikasi motor itu sendiri seperti: kapasitas mesin, volume ruang bakar, tekanan kompresi, perbandingan kompresi, lain-lain.

2.4. Viskositas

Viskositas adalah satuan yang menyatakan kekentalan suatu zat cair dan menunjukkan besarnya gesekan yang terjadi pada zat cair tersebut. Semakin tinggi kekentalan suatu zat cair maka semakin sulit zat cair tersebut mengalir dan semakin sulit pula benda bergerak dalam zat cair tersebut (Ariyanti & Mulyono, 2010). Kekentalan dalam zat cair yang berperan adalah gaya kohesi antar partikel zat cair.

2.5. Massa Jenis

(Widiyatun et al., 2019) Massa jenis, juga dikenal sebagai densitas, dihitung sebagai massa (m) persatuan volume (V). Suhu dan tekanan mempengaruhi perhitungan massa jenis sampel. Minyak yang belum digunakan atau belum dipanaskan memiliki massa jenis minyak yang paling besar karena masih memiliki molekul-molekul yang belum merenggang akibat

pemanasan dan memiliki kerapatan yang besar. Minyak goreng yang sudah dipanaskan memiliki ikatan molekul yang lebih sedikit, sehingga memiliki kerapatan yang lebih rendah.

2.6. Kadar Air

(Simatupang, 2020) Jumlah peroksida, asam, dan asam lemak bebas digunakan untuk mengevaluasi kualitas minyak secara kimiawi. Dalam beberapa penelitian, sampel minyak goreng bekas pakai yang dikeringkan dalam oven pada suhu 100–105°C tidak layak untuk digunakan atau dikonsumsi karena kadar airnya tidak memenuhi standar mutu minyak goreng. Minyak goreng kemasan baru, di sisi lain, diuji dengan kadar air sebesar 0,15 persen per botol. Saat proses oksidasi pertama dimulai, minyak goreng kemasan baru akan terbenam.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experimental research*) yang mana jenis penelitian ini termasuk metode kuantitatif. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan surfaktan estolida dan digliserida terhadap temperatur mesin dan daya.

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian dilaksanakan pada bulan Mei 2024 yang dilakukan di bengkel Politeknik Negeri Malang, Dengan variasi pelumas, Pengujian daya menggunakan Dynamometer BRT 50LA

3.2. Variabel Penelitian

Di dalam penelitian, variabel adalah sebuah hal penting yang harus diperhatikan. Variabel pada penelitian yang dilakukan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang dimaksud merupakan variabel yang akan diberi perlakuan sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang akan diobservasi dari percobaan yang dilakukan.

3.2.1. Variabel Bebas

- Minyak goreng
- Minyak goreng + Estolida
- Minyak goreng + Digliserida

3.2.2. Variabel Terikat

- Temperatur Mesin
- Daya

3.2.3. Variabel Kontrol

- Kondisi mesin standart
- Suhu ruang
- *Raw Material* Minyak Goreng Kelapa Sawit

3.3. Pengambilan Data

- Mengeluarkan minyak pelumas dari carter
- Mengisi minyak pelumas dari campuran minyak goreng dan surfaktan
- Menaikkan motor ke dynamometer
- Mengikat motor ke alat dynamometer sebagai langkah pengamanan selama pengujian

- Memasang kipas angin atau blower dengan tujuan menjaga suhu mesin tetap dalam batas normal
- Memasang parameter rpm untuk mesin dynamometer
- Menyetel jenis kendaraan pada alat dynamometer
- Melakukan pengujian daya
- Pembacaan dyno dimulai pada putaran 6000 rpm dan akan dibuka penuh hingga mencapai batas putaran mesin
- Setelah percobaan pertama setiap jenis pelumas, melakukan pengukuran temperatur mesin menggunakan thermogun infrared
- Setiap jenis pelumas dilakukan pengujian sebanyak 3 kali dengan langkah yang sama seperti sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk hasil data yang didapatkan dalam penelitian ini meliputi spesifikasi minyak seperti massa jenis menggunakan piknometer, kadar air menggunakan oven dan desikator, dan viskositas menggunakan viskometer *ostwald*. Selain itu, didapatkan hasil temperatur mesin menggunakan thermogun infrared dan daya pada motor dengan pengujian *dynotest*.

4.1. Spesifikasi

Tabel 1.1 spesifikasi

spesifikasi	digliserida 2,5	digliserida 5	digliserida 7,5	estolida 2,5	estolida 5	estolida 7,5	minyak goreng	oli
Massa jenis(g/cm ³)	0,908	0,911	0,913	0,9	0,91	0,914	0,92	0,86
	0,907	0,912	0,912	0,9	0,91	0,915	0,9	0,87
	0,91	0,912	0,913	0,91	0,912	0,912	0,91	0,86
Rerata	0,908333333	0,911666667	0,912666667	0,903333333	0,910666667	0,913666667	0,91	0,863333333
Viskositas(cst)	89,65	89,13	80,89	79,86	78,31	76,2533	75,74	143,23
	91,71	91,2	83,98	81,41	80,38	78,829425	80,38	161,78
	95,83	93,77	86,56	82,44	81,92	80,3751	83,47	171,05
Rerata	92,3966667	91,3666667	83,81	81,2366667	80,20333333	78,48594167	79,86333333	158,6866667
Kadar air(%)	0,25	0,125	0,125	0,13	0,07	0,065	0,14	0,11
	0,185	0,06	0,065	0,2	0,13	0,065	0,07	0,11
	0,06	0,125	0,065	0,065	0,13	0,13	0,07	0,1
Rerata	0,165	0,103333333	0,085	0,131666667	0,11	0,086666667	0,093333333	0,106666667

Tabel 2.2 Setelah Pengujian Dyno dan Temperatur

No	Jenis Minyak	Pengujian	spesifikasi		
			Massa jenis (g/cm ³)	Kadar air (%)	Viskositas (cst)
1	Minyak goreng + digliserida 7,5 %	1	0,911	0,082	79,34465
		2	0,909	0,076	83,436
		3	0,91	0,076	83,46645
		Rata-rata	0,91	0,078	81,75
2	Minyak goreng + estolida 7,5 %	1	0,912	0,09	74,707625
		2	0,913	0,054	77,988975
		3	0,914	0,054	79,34465
		Rata-rata	0,913	0,066	77,28
3	Minyak goreng + estolida 7,5 % + aging	1	0,911	0,08	73,16195
		2	0,912	0,062	75,22285
		3	0,912	0,054	76,768325
		Rata-rata	0,912	0,065	75,05
4	Oli	1	0,85	0,09	127,7758
		2	0,85	0,08	132,92805
		3	0,84	0,08	137,565075
		Rata-rata	0,85	0,08	132,76

Pada tabel diatas menunjukkan adanya pengaruh pelumas terhadap massa jenis. Diketahui bahwa massa jenis mengalami kenaikan bersamaan dengan kenaikan presentase digliserida dan estolida. Pelumas dengan massa jenis paling rendah adalah oli yang mempunyai nilai rata-rata 0,86 g/cm³ dan massa jenis paling tinggi yaitu campuran surfaktan estolida 7,5% dengan nilai rata-rata 0,914 g/cm³. Setelah dilakukan *dynotest* maupun uji temperatur, massa jenis pelumas semakin menurun. Nilai terendah yaitu oli dengan nilai 0,85 g/cm³.

Berbanding terbalik dengan nilai massa jenis, pada nilai kadar air diketahui bahwa kenaikan presentase digliserida dan estolida membuat nilai kadar air semakin turun. Pelumas dengan kadar air paling rendah adalah campuran surfaktan digliserida 7,5% dengan nilai rata-

rata 0,085 % dan kadar air paling tinggi yaitu campuran surfaktan digliserida 2,5% dengan nilai rata-rata 0,165 %. Setelah dilakukan dynotest maupun uji temperatur, kadar air pelumas semakin menurun. Nilai terendah yaitu estolida 7,5 % dengan *aging* dengan nilai 0,065 %.

Diketahui bahwa kenaikan presentase digliserida dan estolida membuat nilai viskositas semakin turun. Pelumas dengan viskositas paling rendah adalah minyak goreng dengan nilai rata-rata 79,863 cst dan viskositas paling tinggi yaitu oli dengan nilai rata-rata 158,863 cst. Setelah dilakukan dynotest maupun uji temperatur, viskositas pelumas semakin menurun. Nilai terendah yaitu estolida 7,5 % dengan *aging* dengan nilai 75,05 cst.

4.2. Daya

Tabel 1.3 Daya

rpm	digliserida 2,5	digliserida 5	digliserida 7,5	estolida 2,5	estolida 5	estolida 7,5	minyak goreng	oli
6000	0,33	5,67	5,95	1,98	0,97	3,52	2	5,95
	1,9	6,98	6,83	2,46	2,38	3,9	1,57	4,75
	4,43	5,2	3	0,7	1,8	4,69	1,97	2,31
rerata	2,22	5,95	5,26	1,71333333	1,716667	4,03666667	1,84666667	4,33666667
	6,32	6,61	6,75	6,92	7,02	7,24	7,08	6,23
7000	6,78	6,71	6,72	6,61	6,95	7,06	6,82	6,34
	6,65	6,55	6,84	7,19	6,9	6,69	6,99	6,27
rerata	6,58333333	6,62333333	6,77	6,90666667	6,956667	6,99666667	6,96333333	6,28
	5,41	6,35	6,04	6,49	6,48	6,64	7,89	5,7
8000	6,27	5,55	6,16	6,7	6,71	6,49	7,68	5,62
	5,85	6,12	6,2	6,84	6,26	7,32	6,81	5,93
rerata	5,84333333	6,00666667	6,13333333	6,67666667	6,483333	6,81666667	7,46	5,75
	5,22	4,88	4,73	5,21	5,8	5,38	7,17	5,16
9000	4,73	4,65	5,04	5,73	5,96	5,81	6,42	5,08
	4,85	5,15	5,23	5,7	6,03	6,85	6,16	5,11
rerata	4,93333333	4,89333333	5	5,54666667	5,93	6,01333333	6,58333333	5,11666667

Pada tabel diatas menunjukkan adanya pengaruh pelumas dan putaran mesin terhadap daya. Semakin tinggi presentase surfaktan maka nilai daya juga semakin tinggi. Pengaruh putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan yaitu paling rendah pada 6000 rpm dengan nilai 1,71 HP pada campuran estolida 2,5% dan daya paling tinggi dengan nilai mencapai 5,95 HP pada campuran digliserida 5%. Pada putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan yaitu paling rendah pada 7000 rpm dengan nilai 6,28 HP pada oli dan daya paling tinggi dengan nilai mencapai 7 HP pada campuran estolida 7,5%. Pada putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan yaitu paling rendah pada 8000 rpm dengan nilai 5,75 HP pada oli dan daya paling tinggi dengan nilai mencapai 7,46 HP pada minyak goreng. putaran mesin terhadap daya yang dihasilkan yaitu paling rendah pada 9000 rpm dengan nilai 4,89 HP pada campuran digliserida 5% dan daya paling tinggi dengan nilai mencapai 6,58 HP pada minyak goreng.

Nilai viskositas juga berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Semakin tinggi nilai viskositas pelumas maka daya yang dihasilkan semakin turun. Sebaliknya, semakin rendah nilai viskositas pelumas maka daya yang dihasilkan semakin tinggi, hal ini sesuai dengan (Nainggolan et al., 2021)

4.3. Temperatur Mesin

Tabel 1.4 Temperatur Mesin

temperatur	digliserida 2,5	digliserida 5	digliserida 7,5	estolida 2,5	estolida 5	estolida 7,5	minyak goreng	oli
1	94,6	97,4	100,4	80,5	86,1	87	88,2	89,7
2	95,4	99,6	109,6	84,1	87,2	89,2	89,1	99,8
3	98,2	100,8	111,1	86,4	89,5	90,6	100,8	100,4
rerata	96,06666667	99,26666667	107,0333333	83,66666667	87,6	88,9333333	92,7	96,63333333

Pada tabel diatas menunjukkan hasil rata-rata temperatur mesin dengan beberapa variasi pelumas. Diketahui bahwa pada kenaikan temperatur berbanding lurus dengan variasi presentase digliserida dan estolida. Pada pengujian ini didapatkan temperatur dengan nilai terendah pada 2,5 % estolida dengan nilai 83,67°C sedangkan nilai tertinggi pada 7,5 % digliserida dengan nilai 107,03°C. Sedangkan temperatur dari pelumas oli berada diantara dari campuran digliserida dan estolida mempunyai nilai 96,63°C..

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian “Pengaruh Penambahan Surfaktan Estolida dan Digliserida pada Pelumas Minyak Goreng terhadap Temperatur Mesin dan Daya” adalah adanya kenaikan pada massa jenis, daya, temperatur mesin seiring dengan bertambahnya presentase surfaktan. Di samping itu, nilai viskositas dan kadar air mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya presentase surfaktan.

Untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk penambahan zat aditif agar pelumas tetap stabil saat suhu panas, pemisahan endapan produk, dan menguji menggunakan motor injeksi.

DAFTAR REFERENSI

- Ariyanti, E. S., & Mulyono, A. (2010). Otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik. *Jurnal Teknologi*, 2(2), 183–192.
- Junaidi, A., Rifdarmon, R., Purwanto, W., & Maksum, H. (2023). Analisis penggunaan variasi driven face spring terhadap torsi, daya dan top speed pada sepeda motor Honda Vario All New 125 cc. *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, 1(1), 75–84. <https://doi.org/10.24036/jtpvi.v1i1.15>
- Madliyani, M. S., Nugraheni, I. K., & Artika, K. D. (2019). Pengaruh variasi pelumas dan kecepatan mesin terhadap suhu mesin pada sepeda motor 150 cc. *Jurnal Teknologi*, 6(2), 114–120.
- Nainggolan, P., Lesmana, G. E., & Hartantrie, R. C. (2021). Analisis pengaruh pelumas berdasarkan viskositas terhadap konsumsi bahan bakar, daya, dan torsi pada motor 150 cc. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila*, 1(1), 1–8.
- Simatupang, D. F. (2020). Uji kualitas minyak goreng bekas pakai dengan penentuan bilangan asam. *Jurnal Teknik Kimia*, May.
- Sukirno. (2010). Pelumasan dan teknologi pelumas. *Lecture Note Pelumasan dan Teknologi Pelumasan*, 87.
- Widiyatun, F., Selvia, N., & Dwitiyanti, N. (2019). Analisis viskositas, massa jenis, dan kekeruhan minyak goreng curah bekas pakai. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 25–30.
- Yusuf, N. (2018). Analisis pengaruh suhu mesin terhadap emisi gas buang pada kondisi torsi dan daya maksimum. *RANGTEKNIKJOURNAL*, 84(4), 330. <https://doi.org/10.2493/jjspe.84.330>