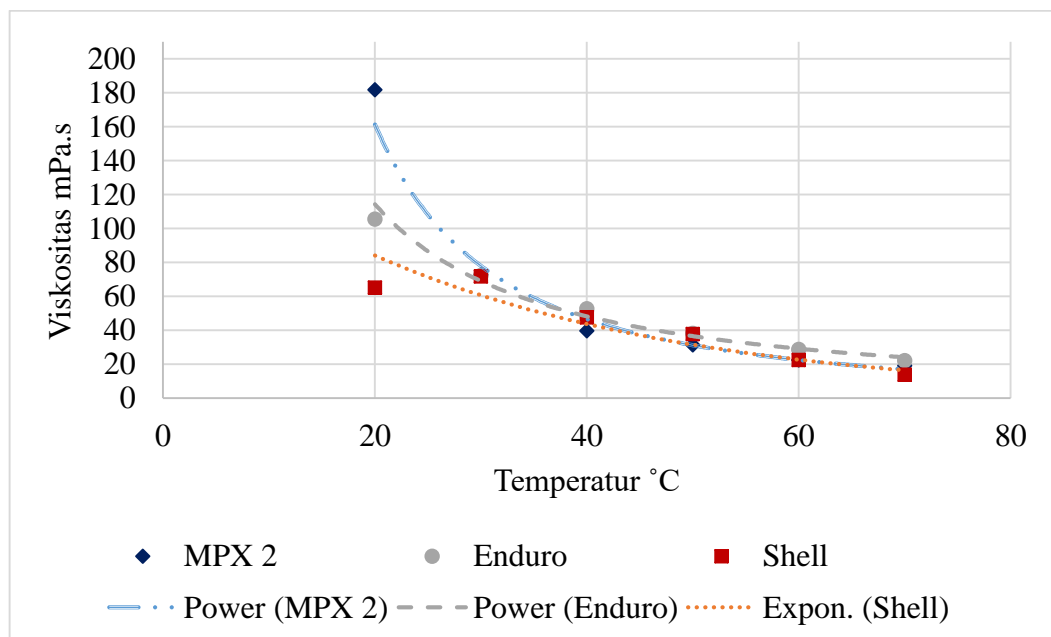


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan 3 sampel pelumas baru yaitu pelumas jenis mineral MPX 2, semi sintetik Shell ADVANCE, dan sintetik Pertamina Enduro Matic. Viskositas dari ketiga pelumas tersebut akan diukur menggunakan Viskometer NDJ 8S. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan data yang didapat akan diubah menjadi grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.1



**Gambar 4.1** Hubungan viskositas terhadap temperatur

Gambar 4.1 menunjukkan grafik perubahan viskositas dari ketiga pelumas akibat perubahan temperatur. Terlihat pada Gambar 4.1, dari ketiga pelumas mengalami penurunan viskositas dengan bertambahnya temperatur.

Untuk mengetahui karakteristik dari ketiga pelumas MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic maka perlu dilihat perubahan viskositas yang terjadi pada saat temperatur dinaikan. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 pada kondisi temperatur 20°C nilai viskositas dari ketiga pelumas memiliki perbedaan yang sangat jauh. Namun pada temperatur tinggi ketiga jenis pelumas cenderung memiliki nilai viskositas yang hampir sama.

Pada Tabel 4.1 menunjukkan hasil kecepatan perubahan viskositas yang terjadi pada ketiga jenis pelumas. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pelumas Shell ADVANCE memiliki perubahan viskositas yang paling baik dibandingkan dengan pelumas MPX 2 dan Pertamina Enduro Matic, dikarenakan pada pelumas Shell ADVANCE memiliki perubahan viskositas yang paling stabil dibandingkan dengan dua pelumas lainnya yang dapat di lihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Perubahan Nilai Viskositas

Sampel Oli	Temperatur Terendah (°C)	Temperatur Tertinggi (°C)	Viskositas Terendah (mPa.s)	Viskositas Tertinggi (mPa.s)	Kecepatan Perubahan Nilai Viskositas (mPa.s/°C)
MPX 2	20	70	12	186	3,48
Shell ADVANCE	20	70	12	87,7	1,51
Pertamina Enduro Matic	20	70	17,6	112,2	1,89

Contoh perhitungan kecepatan perubahan nilai viskositas :

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Perubahan} &= \frac{(\mu_{\max} - \mu_{\min}) \text{ mPa.s}}{(T_{\max} - T_{\min})^{\circ}\text{C}} \\ &= \frac{(186-12) \text{ mPa.s}}{(70 - 20)^{\circ}\text{C}} \\ &= 3,48 \text{ mPa.s}/^{\circ}\text{C} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Kestabilan perubahan viskositas minyak pelumas terhadap temperatur sangat berperan terhadap kinerja mesin, jika minyak pelumas memiliki viskositas rendah/terlalu encer tingkat keausan pada komponen mesin juga semakin besar dan sebaliknya semakin besar nilai viskositasnya maka semakin berkurang tingkat keausan pada mesin, namun minyak pelumas yang mempunyai viskositas terlalu tinggi juga menyebabkan tarikan semakin berat (Silaban, 2011). Viskositas Pelumas yang baik adalah bahwa tidak mengalami perubahan yang signifikan seiring naik turunnya temperatur.

## 4.2 Konduktivitas Termal

Pengujian konduktivitas termal dari tiga sampel pelumas baru yaitu pelumas jenis mineral MPX 2, semi sintetik Shell ADVANCE dan sintetik Pertamina Enduro Matic. Pengambilan data konduktivitas termal dengan alat ukur Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit P.A Hilton LTD H111 Data yang diperoleh berupa perbedaan temperatur antara temperatur plug dan jacket dengan lima variasi pengujian berupa arus dan tegangan yang mengalir ke heater.

Dari hasil pengujian konduktivitas termal data diolah menggunakan rumus *thermal conductivity* untuk menentukan nilai konduktivitas termal. Berikut ini merupakan perhitungan konduktivitas termal menggunakan satu sampel pelumas :

<i>Temperature Plug (T1)</i>	= 28,3°C
<i>Temperature Jacket (T2)</i>	= 27,8°C
Tegangan	= 45 Volt
Kuat Arus	= 0,083 Ampere

1. *Element heat input*

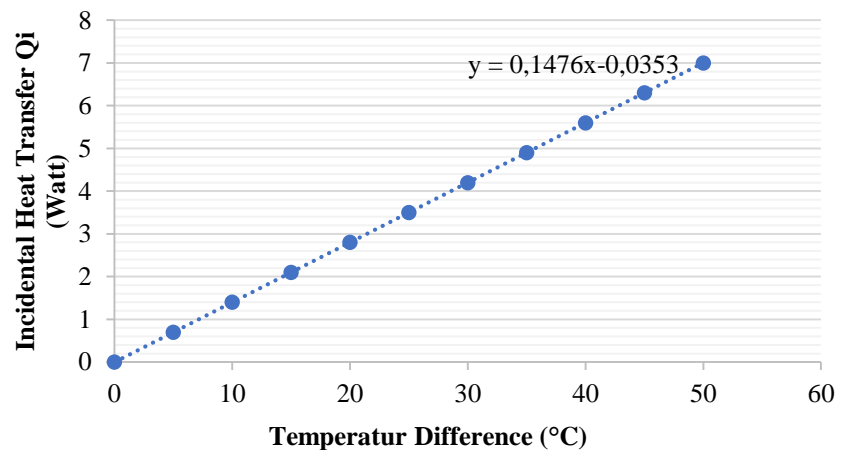
$$\begin{aligned}
 Q_e &= V \cdot I \\
 &= 45 \text{ V} \times 0,083 \text{ A} \\
 &= 3,735 \text{ Watt}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

2. *Temperature difference*

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= T1 - T2 \\
 &= 28,3^\circ\text{C} - 27,8^\circ\text{C} \\
 &= 301,3 \text{ k} - 300,8 \text{ k} \\
 &= 0,5 \text{ k}
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

3. *Conduction Heat Transfer Rate*

$$Q_c = Q_e - Q_i \text{ (} Q_i \text{ dari grafik kalibrasi Gambar 4.2)}$$



**Gambar 4.2** Grafik kalibrasi  $Q_i$

$$\begin{aligned}
 Q_i &= 0,1476x - 0,0353 \\
 Q_i &= 0,1476(0,5) - 0,0353 \\
 Q_i &= 0,0385 \text{ Watt}
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

$$\begin{aligned}
 Q_c &= 3,735 \text{ Watt} - 0,0385 \text{ Watt} \\
 Q_c &= 3,6965 \text{ Watt}
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

#### 4. Thermal Conductivity

$$k_{\text{fluida}} = (Q_c \times \Delta r) / (A \times \Delta t)$$

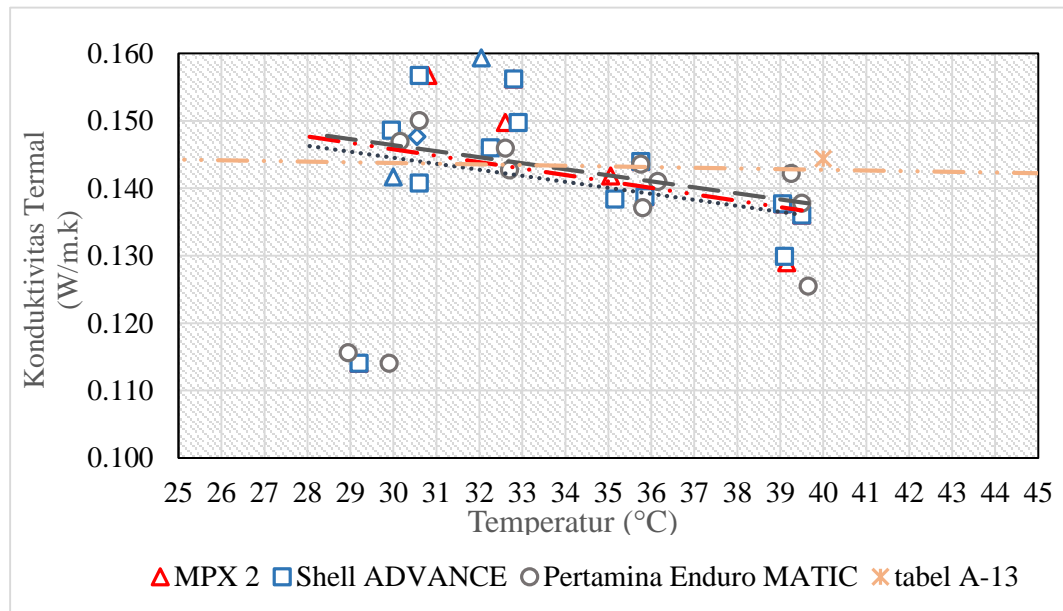
$\Delta r$  = Radial Clearance, jarak plug dan jacket sebesar 0,00034 m

$A$  = Luas efektif antara plug dan jacket sebesar 0,0133 m<sup>2</sup>

$$k_{\text{fluida}} = \frac{3,6965 \text{ Watt} \times 0,00034 \text{ m}}{0,0133 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ k}}$$

$$= 0,189 \text{ (W/m.k)} \quad (4.6)$$

Hasil pengambilan data kemudian dihitung untuk mencari nilai konduktivitas termal dan diubah dalam bentuk grafik. Selanjutnya hasil pengujian dibandingkan dengan tabel termodinamika *engine oil* A-13 yang dapat dilihat pada Gambar 4.3



**Gambar 4.3** Grafik hubungan antara konduktivitas termal pelumas dan propertis *engine oil* tabel A-13 terhadap perubahan temperatur.

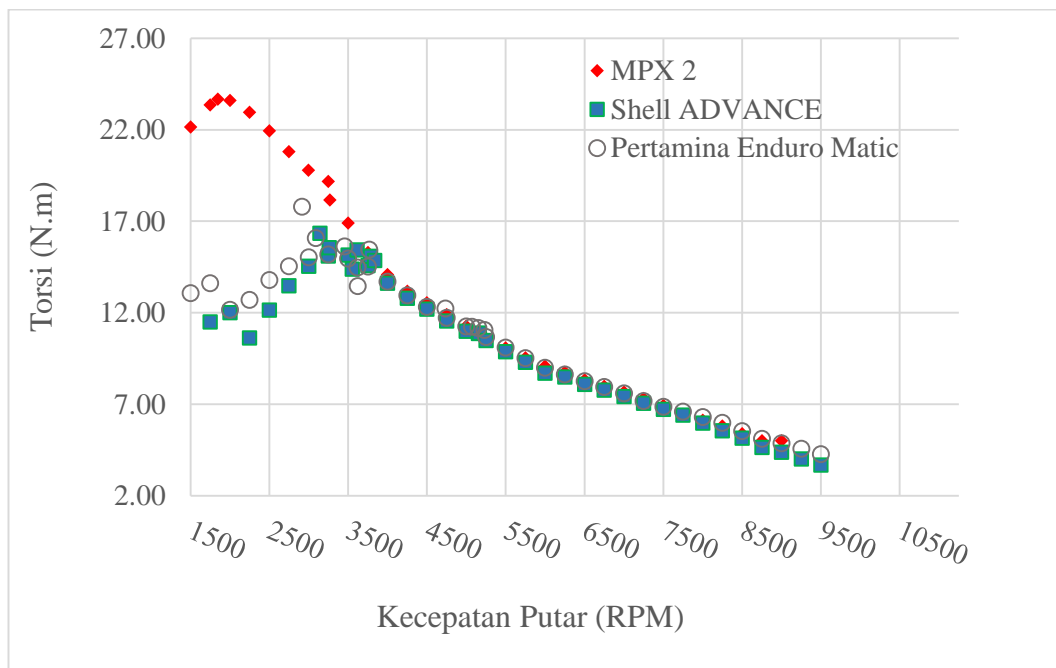
Gambar 4.3 menunjukkan grafik pengaruh beberapa jenis minyak pelumas yaitu MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic. Nilai konduktivitas termal ketiga jenis pelumas mengalami penurunan pada saat temperatur dinaikan. Hal ini berbanding lurus dengan Tabel properti termodinamika *Engine oil A-13* seperti yang terdapat pada Gambar 4.3 yang menunjukkan penurunan serupa. Terlihat pada grafik, konduktivitas termal pelumas sintetik Pertamina Enduro Matic lebih tinggi dibandingkan pelumas semi sintetik Shell ADVANCE dan pelumas mineral MPX 2, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelumas Pertamina Enduro Matic mempunyai karakteristik menghantarkan panas dengan baik dibanding kedua pelumas lainnya. Proses menghantarkan panas yang baik akan mempercepat pendinginan suatu mesin. Hasil yang didapatkan hampir sama dengan penelitian (Bayu, 2017) yaitu dimana nilai konduktivitas termal minyak pelumas sintetik lebih tinggi dibandingkan dengan minyak pelumas jenis mineral.

### **4.3 Torsi dan Daya**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh minyak pelumas terhadap performa motor Honda Beat 110 cc, dimana pengujian utamanya berupa torsi dan daya dengan menggunakan beberapa minyak pelumas yaitu MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic. Pengujian ini memakai bahan bakar pertalite dengan angka oktan 90.

#### **4.3.1 Torsi**

Pada pengujian torsi menggunakan media uji sepeda motor Honda Beat 110 cc, dan menggunakan 3 jenis pelumas yang berbeda. Pelumas yang digunakan adalah MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic. Perbedaan torsi pada masing-masing pelumas dapat dilihat pada Gambar 4.4



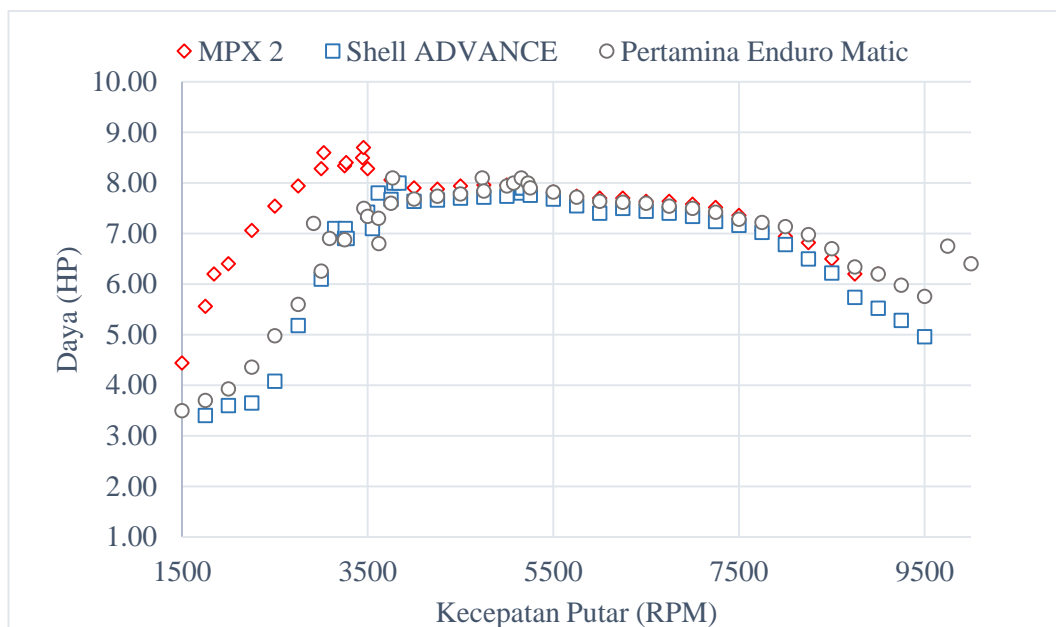
**Gambar 4.4** Pengaruh jenis minyak pelumas dan kecepatan putar mesin terhadap torsi

Gambar 4.4 menunjukkan torsi maksimum dari ketiga pelumas paling tinggi adalah MPX 2 jenis pelumas mineral yang terjadi pada putaran mesin 1845 rpm sebesar 23,68 N.m. Sedangkan pada urutan kedua torsi tertinggi justru diperoleh pada pelumas Pertamina Enduro Matic jenis pelumas sintetik yang dimana pada putaran mesin 2916 rpm sebesar 17,80 N.m. Shell ADVANCE jenis semi sintetik pada pengujian torsi justru mendapatkan nilai torsi yang paling rendah jika dibanding dengan 2 jenis pelumas lainnya yakni pada putaran 3143 rpm mendapatkan torsi sebesar 16,35 N.m. Dalam arti bahwa semakin tinggi nilai torsi yang didapat di dalam mesin maka semakin baik dalam hal kecepatan / akselerasi, karena torsi merupakan parameter performa mesin untuk melakukan kerja (Arends dan Berenschot, 1980).

### 4.3.2 Daya

Pengujian daya merupakan satu pengujian dengan torsi yaitu dengan menggunakan *dynotest*. Pengujian ini menggunakan 3 jenis pelumas yang berbeda.

Pelumas yang digunakan adalah MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic. Pengujian ini dilakukan pada sepeda motor Honda Beat 110 cc. Perbedaan daya pada masing-masing pelumas dapat dilihat pada Gambar 4.5



**Gambar 4.5** Pengaruh jenis minyak pelumas dan kecepatan putar mesin terhadap daya

Gambar 4.5 menunjukkan grafik pengaruh beberapa jenis pelumas mesin terhadap daya. Nilai daya yang didapat berbanding lurus dengan nilai torsi karena daya adalah besarnya nilai Torsi x putaran mesin (Arends dan Berenschot, 1980) Tingkat daya pada mesin mengikuti pada tarikan tuas gas sepeda motor. Daya tertinggi telah diketahui dari ketiga jenis pelumas. Hasil daya tertinggi ada pada pelumas MPX 2 dengan nilai daya 8,7 HP terjadi pada putaran mesin 3454 rpm. Selanjutnya ada pada pelumas Pertamina Enduro Matic dengan nilai 8,1 HP terjadi pada putaran mesin 3768 rpm, dan pada urutan terakhir terjadi pada pelumas Shell ADVANCE dengan nilai daya 8,0 HP terjadi pada putaran mesin 3838 rpm. Dari hasil ketiga minyak pelumas dapat dikatakan pengaruh minyak pelumas terhadap daya terbaik adalah pelumas MPX 2 sebesar 8,7 HP. Selain dipengaruhi oleh nilai



viskositas pelumas, nilai daya juga dipengaruhi oleh ketepatan tim penguji dalam menarik gas pada waktu yang tepat.

#### 4.4 Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dilakukan untuk mengetahui temperatur mesin serta konsumsi bahan bakar dari ketiga jenis minyak pelumas yaitu pelumas mineral MPX 2 SAE 10W-30, Semi Sintetik Shell ADVANCE SAE 10W-30 dan Sintetik Pertamina Enduro Matic SAE 10W-30 terhadap Sepeda motor Honda Beat 110 cc yang masih dalam keadaan standar. Bahan bakar yang digunakan pada pengujian ini adalah Pertalite dengan angka oktan 90. Pengujian menempuh jarak sejauh 4 km dengan menggunakan kecepatan berkisar antara 35-40 km/jam dan dilakukan sebanyak lima kali agar mendapat data akurat. Berikut hasil data yang didapat pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan jarak tempuh 4 km disajikan pada tabel 4.2

**Tabel 4.2** Data pengujian konsumsi bahan bakar

No	Oli	Jarak (KM)	Kecepatan (km/jam)	Temperatur oli (°C)	Waktu (Menit)	KBB (ml)	KBB (ltr)
1	MPX 2	4	38	69,1	6:20	90	0,09
		4	38	73,7	6:11	115	0,115
		4	38	69,5	6:15	90	0,09
		4	38	75,7	6:12	95	0,095
		4	38	71,8	6:18	93	0,093
2	Shell ADVANCE	4	37	69,2	6:25	97	0,097
		4	37	79,3	6:24	80	0,08
		4	37	71,4	6:23	100	0,1
		4	36	73,8	6:39	85	0,085
		4	38	75,7	6:19	87	0,087
3	Pertamina Enduro Matic	4	39	70	6:10	80	0,08
		4	36	70,6	6:40	72.9	0,0729
		4	36	67	6:36	85.8	0,0858
		4	38	71	6:21	72.6	0,0726
		4	37	70	6:22	73.3	0,0733

Tabel 4.2 merupakan hasil mentah yang belum di olah sehingga untuk dapat menganalisa pengujian bahan bakar perlu dilakukan perhitungan. Adapun contoh perhitungan pengolahan data diatas adalah sebagai berikut.

$$\dot{m}f = \frac{s}{v}$$

$\dot{m}f$  = Konsumsi bahan bakar (km/ltr)

s = Jarak tempuh (km)

v = Volume bahan bakar yang digunakan (liter)

Jika :

s = 4 km (Dapat dilihat pada Tabel 4.2)

v = 90 ml

= 0,09 liter

maka :

$$\dot{m}f = \frac{4 \text{ km}}{0,09 \text{ liter}} = 44,44 \text{ km/liter} \quad (4.7)$$

Pengujian konsumsi bahan bakar di atas menggunakan bahan bakar pertalite untuk mengetahui pengaruh pemakaian pelumas MPX 2, Shell ADVANCE, dan Pertamina Enduro Matic. Melalui Tabel 4.2 dan dibantu perhitungan maka akan didapatkan data Kbb (konsumsi bahan bakar). Setelah mengolah data mentah dengan perhitungan maka data Kbb disajikan dalam bentuk Tabel 4.3

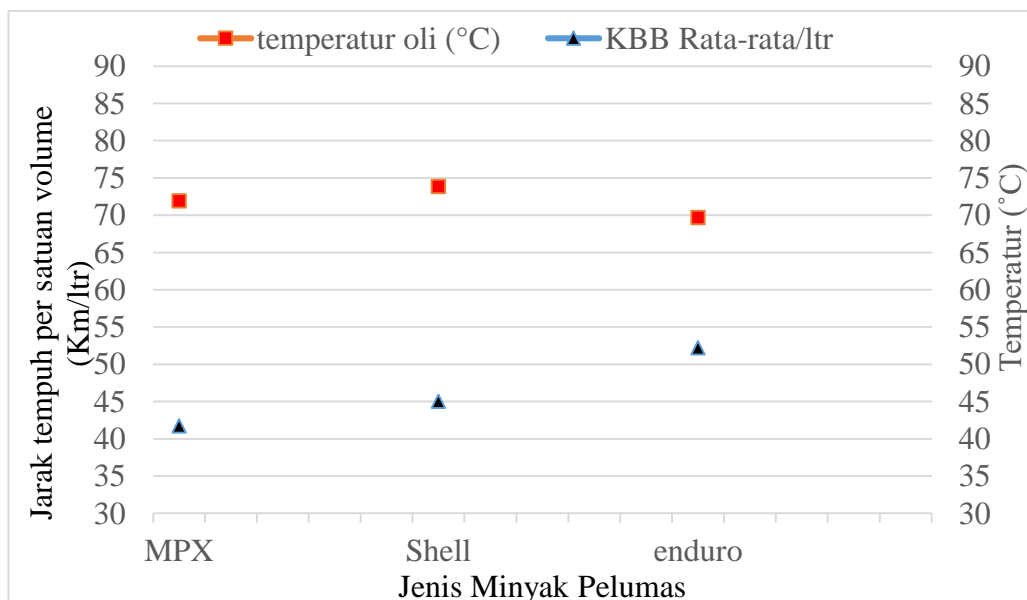
**Tabel 4.3** Hasil perhitungan data konsumsi bahan bakar

No	Oli	Kbb (km/ltr)	Rata-rata Kbb	Temperatur (°C)	Rata-rata Temperatur
1	MPX 2	44,44	41,76	69,1	71,96
		34,78		73,7	
		44,44		69,5	
		42,11		75,7	
		43,01		71,8	

**Tabel 4.3** Hasil perhitungan data konsumsi bahan bakar (lanjutan)

No	Oli	Kbb (km/ltr)	Rata-rata Kbb	Temperatur (°C)	Rata-rata Temperatur
2	Shell ADVANCE	41,24	45,05	69,2	73,88
		50,00		79,3	
		41,00		71,4	
		47,06		73,8	
		45,98		75,7	
3	Pertamina Enduro Matic	50,00	52,23	70	69,72
		54,87		70,6	
		46,62		67	
		55,10		71	
		54,57		70	

Tabel 4.3 merupakan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dan temperatur mesin dimana jarak dan volume bahan bakar menjadi acuan pada perhitungannya. Hasil rata-rata Kbb (Konsumsi Bahan Bakar) nantinya akan membandingkan beberapa minyak pelumas dalam hal konsumsi bahan bakar terhadap kinerja motor melalui diagram. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6

**Gambar 4.6** Pengaruh beberapa jenis minyak pelumas terhadap jarak tempuh per satuan volume dan temperatur

Gambar 4.6 menunjukkan jarak yang dapat ditempuh dengan menggunakan 1 liter bahan bakar paling jauh adalah Pertamina Enduro Matic yaitu dapat menempuh jarak 52,23 km/liter dengan temperatur pelumas 71,32°C, dan selanjutnya disusul dengan pelumas Shell ADVANCE yang dapat menempuh jarak 45,05 km/liter dengan temperatur pelumas 73,88°C. Pada pelumas MPX 2 dapat menempuh jarak 41,76 km/liter dengan temperatur pelumas 71,96°C. Hal ini dikarenakan pelumas dengan jenis Sintetik Pertamina Enduro Matic mampu menyerap kalor panas dengan baik, sehingga panas yang dihasilkan dari komponen mesin pada saat bekerja akan dapat di dinginkan dengan lebih baik dan membuat temperatur mesin yang dihasilkan akan lebih rendah dibanding pelumas jenis Semi Sintetik Shell ADVANCE dan pelumas jenis mineral MPX 2. Dengan temperatur mesin yang lebih rendah akan membuat pemuaiian yang terjadi pada mesin lebih rendah dibandingkan pemuaiian yang terjadi saat temperatur mesin tinggi sehingga nilai konsumsi bahan bakar saat temperatur rendah akan lebih irit dibandingkan dengan temperatur mesin yang lebih yang tinggi.

Apriyanto (2017) yang sebelumnya telah melakukan penelitian terhadap pengaruh konsumsi bahan bakar terhadap penggunaan pelumas mineral, pelumas jenis semi sintetik, dan Fully Sintetik dengan menggunakan kendaraan uji sepeda motor Yamaha Vixion 150 cc. Hasil konsumsi bahan bakar yang diperoleh memiliki kesamaan dengan hasil yang didapatkan, dimana pelumas dengan jenis Fully Syntetic menjadi pelumas dengan konsumsi bahan bakar paling irit, kemudian pelumas dengan jenis Semi Syntetic dan yang terakhir pelumas dengan jenis mineral.

#### **4.5 Data Perbandingan**

Setelah melakukan pengujian pada viskositas, konduktivitas, dynotest serta konsumsi bahan bakar, maka akan dibuat perbandingan, dimana untuk menunjukkan kelebihan dari masing-masing pelumas. Berikut rincian perbandingannya yang bisa dilihat pada Tabel 4.6

**Tabel 4.6** Tabel Perbandingan

Sampel Oli	Rata-Rata Konduktivitas (W/m.K)	Rata-rata Viskositas (MPa.s)	Torsi Max (N.m)	Daya Max (HP)	Konsumsi BBM (km/liter)	Temp Oli (°C)
MPX 2	0,143	56,86	23,68	8,7	41,76	71,96
Shell ADVANCE	0,142	43,88	16,35	8,0	45,05	73,88
Pertamina Enduro Matic	0,143	53,39	17,80	8,1	52,23	69,72