

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Hasil dari pengujian konduktivitas termal Oli MPX 2, BM 1, dan Motul 3100. Dari hasil pengambilan data konduktivitas termal dengan alat ukur *Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit P.A Hilton LTD H111H*. Data yang diperoleh berupa perbedaan antara temperature *plug* dan *jacket* dengan variasi pengujian berupa tegangan dan arus yang mengalir pada *heater*.

#### Perhitungan Konduktivitas Termal

Data hasil pengujian konduktivitas termal adalah sebagai berikut:

$$\text{Tegangan} = 161 \text{ V}$$

$$\text{Arus} = 0,305 \text{ A}$$

$$\text{Temperatur plug} = 41,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatur jacket} = 32,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### 1. Elemen Heat Input

$$\begin{aligned} Q_e &= V \times I \\ &= 161 \text{ V} \times 0,305 \text{ A} \\ &= 49,105 \text{ W} \end{aligned}$$

#### 2. Temperatur Different

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_1 - T_2 \\ &= 41,2 \text{ }^\circ\text{C} - 32,1 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 314,2 \text{ K} - 305,1 \text{ K} \\ &= 9,1 \text{ K} \end{aligned}$$

### 3. Conduction Heat Transfer Rate

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_e - Q_i \text{ (} Q_i \text{ diperoleh dari grafik kalibrasi)} \\ &= 49,105 \text{ W} - 1,3 \text{ W} \\ &= 47,7 \text{ W} \end{aligned}$$

#### 1. Thermal Conductivity

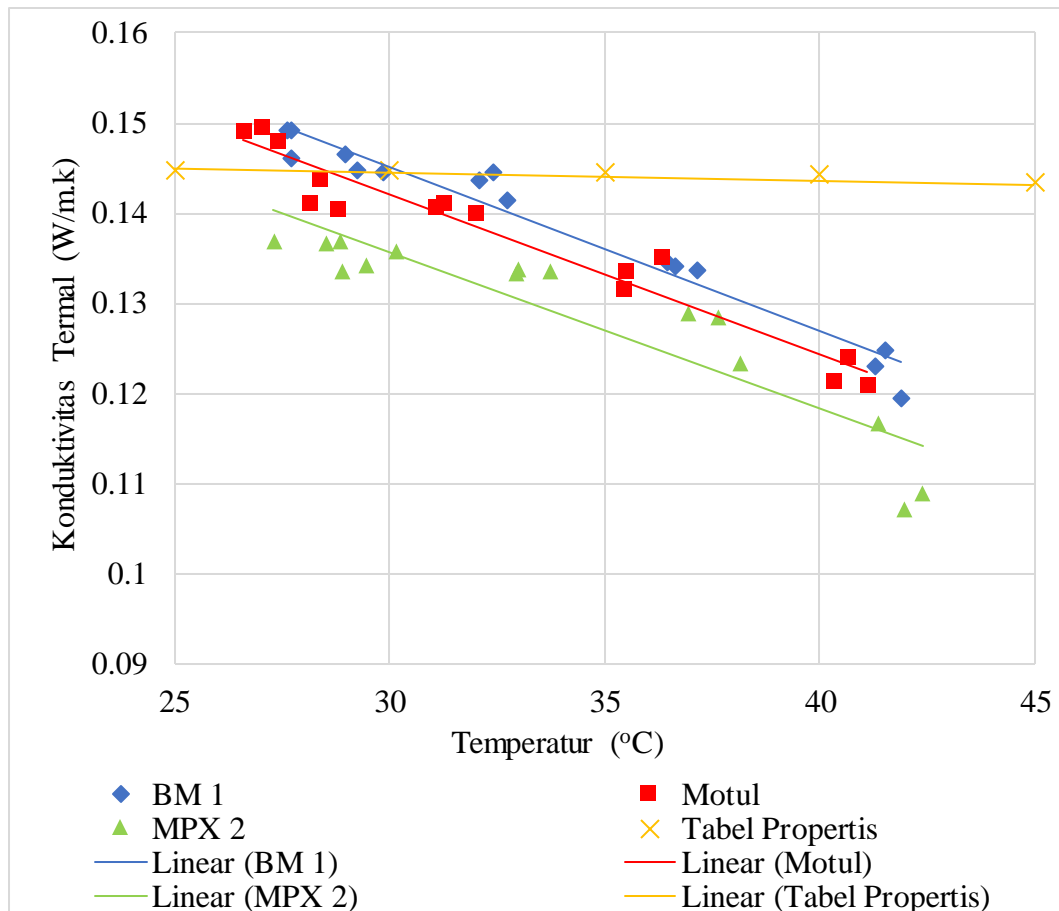
$$K_{\text{fluida}} = \frac{Q_c \times \Delta r}{A \times \Delta t}$$

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

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

$$\begin{aligned} K &= \frac{47,7 \text{ W} \times 0,00034 \text{ m}}{0,0133 \text{ m}^2 \times 9,1 \text{ K}} \\ &= 0,134 \text{ W/m.K} \end{aligned}$$

Hasil pengambilan data minyak pelumas dihitung untuk mencari nilai konduktivitas termal minyak pelumas dalam bentuk tabel, kemudian di olah menjadi bentuk grafik perubahan konduktivitas termal terhadap kenaikan temperature, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Grafik Konduktivitas Termal dari Tiga Jenis Minyak Pelumas

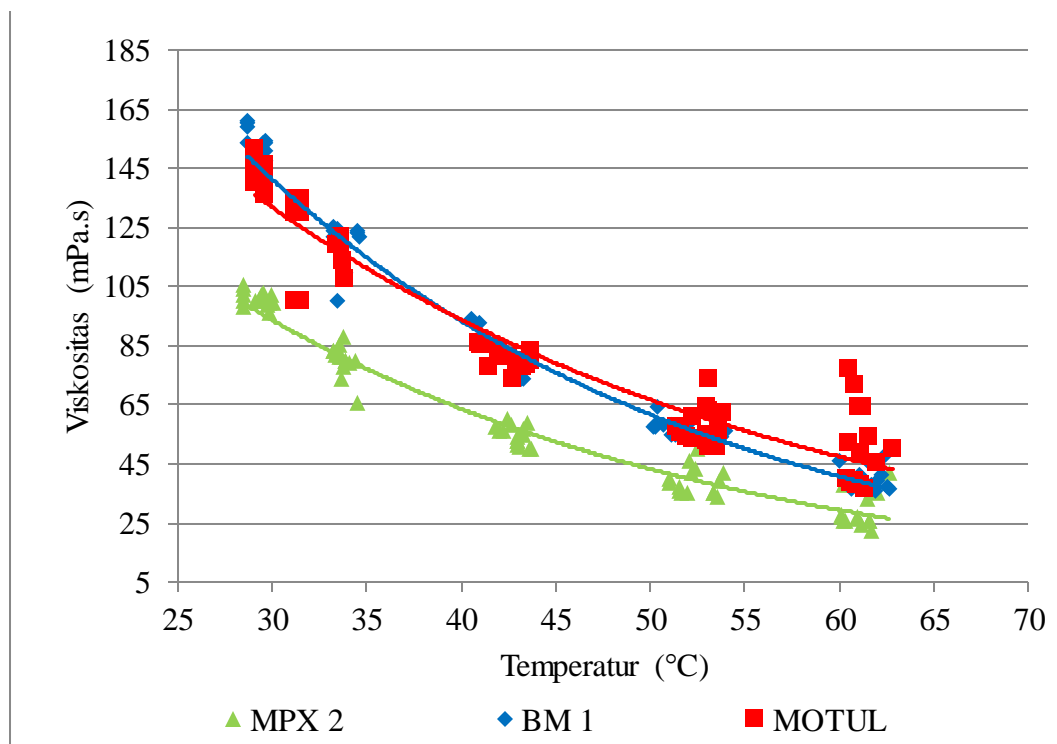
Pada hasil pengujian konduktivitas termal gambar 4.1 Menunjukkan grafik pengaruh beberapa jenis minyak pelumas mesin yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul terhadap nilai konduktivitas termal dengan variasi kenaikan temperatur antara *plug* dan *jacket*. Pada grafik Konduktivitas termal diatas terlihat bahwa nilai konduktivitas termal mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur *plug* dan *jacket*. Nilai konduktivitas termal mengalami penurunan dengan stabil sesuai dengan data dari tabel properties *Engine oil* tabel A-13 pada gambar 4.1 nilai konduktivitas termal oli BM 1 paling tinggi dari oli yang lain, sedangkan konduktivitas termal oli Motul lebih tinggi dibandingkan dengan oli MPX 2.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa konduktivitas termal dari oli sintetis lebih tinggi dibandingkan dengan oli mineral, hal ini disebabkan karena pada oli sintetis terbuat dari campuran bahan kimia berupa *Ester* sehingga pelumas sintetis

lebih bagus dan efektif dalam menyerap panas yang disebabkan oleh gesekan antar komponen didalam mesin motor. Hasil tersebut sama dengan penelitian dari Rahmawan (2016) yang menyatakan bahwa nilai konduktivitas minyak pelumas sintesis lebih baik dari minyak pelumas mineral.

#### 4.2 Hasil Pengujian Viskositas

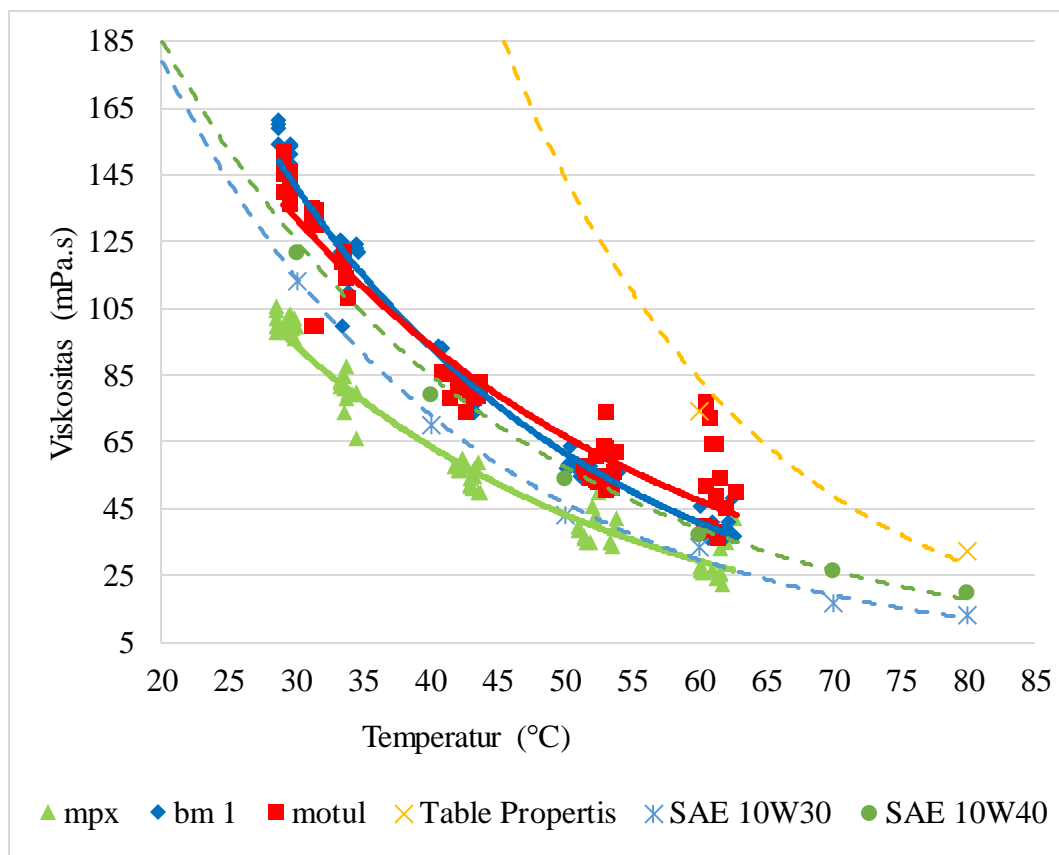
Hasil pengujian beberapa jenis minyak pelumas yaitu MPX 2, BM 1, dan Motul 3100 terhadap perubahan viskositas yang disebabkan oleh kenaikan temperature. Hasil pengujian viskositas dengan menggunakan viskometer NDJ 8S dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik perubahan viskositas terhadap kenaikan temperature.

Gambar 4.2 menunjukkan nilai viskositas dari oli BM 1 lebih tinggi dari oli Motul dan oli MPX 2 pada temperature ruangan sekitar 28 °C. Nilai viskositas oli masing – masing oli pada temperatur ruangan adalah BM 1 sebesar 161,2 mPa.s, oli Motul sebesar 136 mPa.s, dan untuk oli MPX 2 paling kecil nilai viskositas nya yaitu sebesar 105,6 mPa.s. Pada pengujian temperatur tertinggi yaitu sebesar 60 °C, nilai viskositas ketiga jenis oli hampir sama yaitu pada oli BM 1 sebesar 46 mPa.s,

oli MPX 2 sebesar 42 mPa.s, dan oli Motul sebesar 50 mPa.s. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai viskositas dari oli akan turun saat temperatur dari mesin kendaraan bermotor semakin panas pada saat digunakan. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian dari Wibowo (2016) yang menyatakan bahwa minyak pelumas sintetis memiliki nilai viskositas yang rendah dibandingkan dengan minyak pelumas mineral.



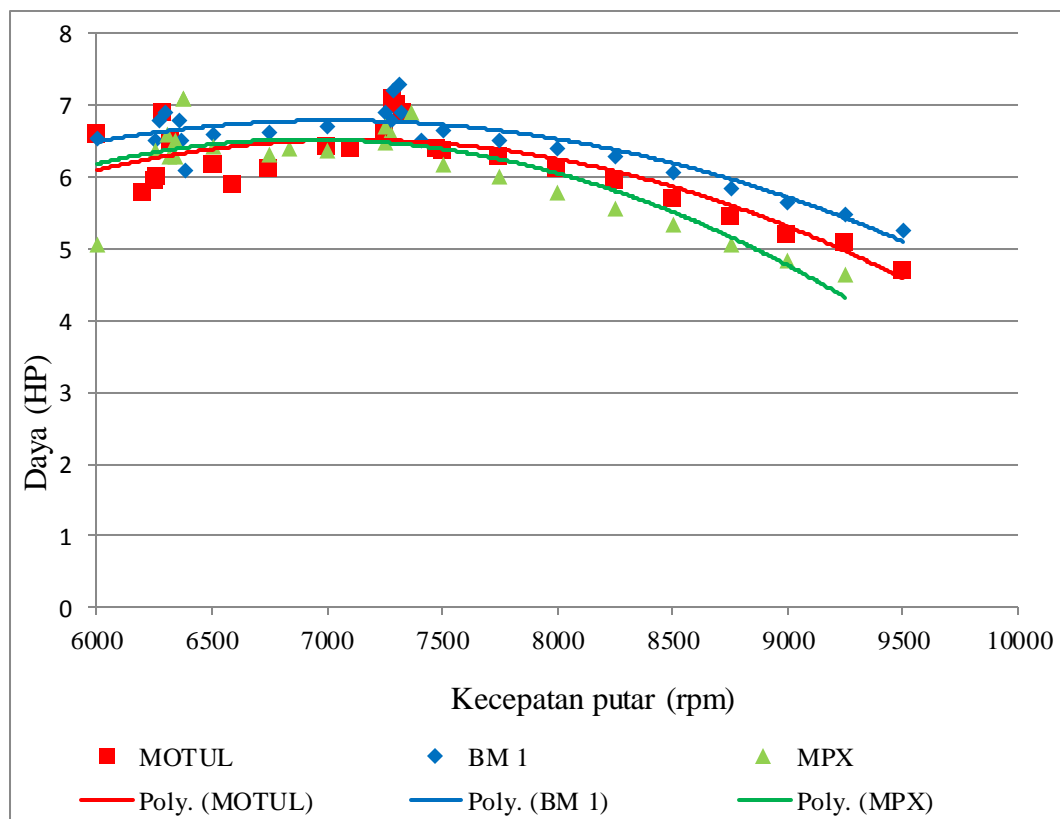
**Gambar 4.3** Grafik perubahan viskositas dengan tabel properties dan kurva SAE terhadap kenaikan temperatur.

Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa antara data yang diperoleh dengan data yang telah ditentukan pada tabel properties, nilai viskositas dari ke tiga jenis oli yang diuji menurun seiring dengan kenaikan temperatur dari oli tersebut. viskositas tertinggi pada oli BM 1, sedangkan nilai viskositas terendah pada oli MPX 2. Pada temperatur sekitar 60 °C nilai viskositas ketiga jenis oli hampir sama.

Pada grafik viskositas SAE gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada temperature 25 °C nilai viskositas dari SAE 10W-30 lebih tinggi dibandingkan dengan oli MPX 2 yang di uji. Pada temperatur 55 °C viskositas SAE 10W-30 sama dengan viskositas oli MPX 2 yang diuji, yaitu sebesar 36 mPa.s.

#### 4.3 Hasil Pengujian Daya

Dari pengujian daya mesin sepeda motor Honda Beat PGM FI 110 cc dengan variasi tiga jenis oli yaitu MPX 2, BM 1, dan Motul dengan bahan bakar Pertamina Ron 92 dapat dilihat pada grafik pengujian gambar 4.4



**Gambar 4.4** Grafik perbandingan daya terhadap kecepatan putaran mesin dari tiga jenis oli

Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengaruh dari tiga jenis minyak pelumas mesin yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul terhadap daya mesin sepeda motor Honda Beat PGM FI dengan kecepatan putaran mesin. Grafik di atas menunjukkan bahwa oli BM 1 memiliki daya yang lebih tinggi di bandingkan dengan oli MPX 2

dan oli Motul dari mulai pembukaan gas pada 6000 rpm. Oli BM 1 memiliki daya puncak sebesar 7,3 HP pada putaran sekitar 7312 rpm, sedangkan pada oli MPX 2 memiliki daya puncak sebesar 7,1 HP pada putaran 6375 rpm, oli Motul memiliki daya puncak yang sama dengan oli MPX 2 sebesar 7,1 HP pada putaran mesin 7287 rpm. Akan tetapi untuk rata-rata nilai daya antara oli MPX 2 dan oli Motul, besar daya oli Motul masih lebih tinggi di dibandingkan dengan oli MPX 2, selisih daya antara oli Motul dengan oli MPX 2 adalah 0,02 HP.

Hubungan antara nilai viskositas minyak pelumas terhadap nilai daya yang dihasilkan pada sepeda motor Honda Beat PGM FI 110 cc adalah pada oli BM 1 mempunyai nilai viskositas yang paling tinggi dari pada oli MPX 2, dan oli Motul sehingga menghasilkan daya yang tinggi. Hal ini karena tingkat kekentalan minyak pelumas mempengaruhi putaran mesin, semakin tinggi nilai viskositas pelumas maka lapisan oli yang melumasi komponen-komponen mesin lebih tebal, sehingga mesin bekerja dengan oli BM 1 dapat terlumasi dengan baik. Akibatnya, gesekan antar komponen mesin lebih kecil serta rugi-rugi (*losses*) menjadi rendah dan daya yang dihasilkan oleh mesin menjadi lebih besar.

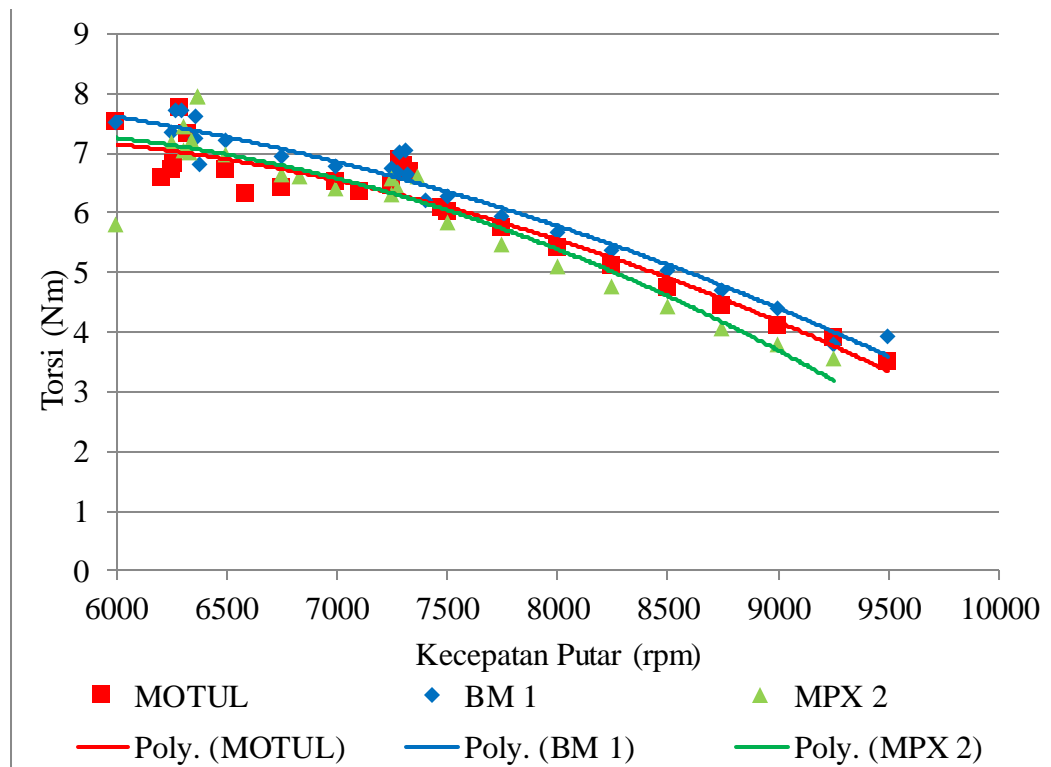
Hasil pengujian konduktivitas termal menunjukkan bahwa oli BM 1 memiliki nilai konduktivitas termal yang lebih baik dibandingkan oli Motul dan MPX 2, oli MPX 2 memiliki nilai konduktivitas termal yang paling rendah. Daya keluaran mesin dipengaruhi oleh nilai konduktivitas termal. Semakin besar nilai konduktivitas termal minyak pelumas maka kemampuan untuk menstabilkan temperatur mesin pada saat bekerja semakin baik. Kemampuan oli untuk mentransfer panas yang baik dapat mencegah terjadinya *over heat* pada mesin yang berakibat gesekan antar komponen mesin menjadi lebih besar.

Dilihat dari kemampuan mesin menghasilkan daya maksimum, menunjukkan bahwa oli sintetis lebih baik dibandingkan dengan oli mineral dalam melumasi mesin. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wibowo (2012) yaitu oli semi synthetic dan oli mineral lebih baik dari oli sintetis dalam menghasilkan daya maksimum. Tetapi hasil penelitian ini valid jika dibandingkan dengan penelitian dari Silaban (2011) yaitu daya poros yang dihasilkan pada variasi putaran 1200, 1600, dan 2000 rpm, penggunaan pelumas sintetis menghasilkan daya poros yang

lebih besar dibandingkan dengan pelumas mineral yaitu kisaran 1,93 % - 3,46 %, hal tersebut disebabkan kemampuan aliran pelumas sintetis lebih baik dari pelumas mineral, sehingga rugi daya pada aliran mesin pelumas mineral lebih besar dari pada pelumas sintetis.

#### 4.4 Hasil Pengujian Torsi

Hasil pengujian dyno test dari oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul dengan menggunakan bahan bakar Pertamina ron 92 yaitu berupa besarnya torsi dari masing-masing jenis minyak pelumas dapat dilihat pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Grafik pengaruh beberapa jenis minyak pelumas terhadap torsi

Gambar 4.5 menunjukkan grafik pengaruh beberapa jenis minyak pelumas yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul terhadap besarnya torsi. Pada grafik diatas terlihat bahwa oli BM 1 mempunyai nilai torsi yang paling tinggi dibandingkan dengan dua oli lainnya yaitu oli MPX 2 dan oli Motul pada kisaran putaran mesin 6250 - 7000 rpm. Hal tersebut menunjukkan bahwa oli sintetis memiliki nilai torsi yang lebih baik dibandingkan dengan oli mineral. Pada oli BM 1 memiliki torsi



rata-rata sebesar 6,32 N.m, oli Motul memiliki torsi rata-rata sebesar 6,02 N.m, dan oli MPX 2 memiliki torsi rata-rata sebesar 6,12 pada putaran mesin 6000 rpm sampai dengan 9500 rpm. Perbedaan nilai torsi oli MPX 2 dan oli Motul sangat kecil yaitu sekitar 0,1 N.m.

Hubungan antara hasil pengujian viskositas dengan torsi yang dihasilkan pada pengujian sepeda Honda Beat PGM FI 110 cc yaitu berbanding lurus dengan daya dan putaran mesin. Semakin besar daya yang dihasilkan maka torsi yang diperoleh juga semakin besar pada putaran mesin yang sama. Nilai viskositas ketiga jenis pelumas bervariasi, pada oli BM 1 memiliki nilai viskositas yang paling tinggi dibandingkan dengan oli MPX 2, dan oli Motul, viskositas oli yang rendah akan menghasilkan torsi yang rendah, hal tersebut dikarenakan lapisan oli yang melumasi setiap komponen mesin lebih tipis, sehingga gesekan antar komponen menjadi lebih besar, akibat gesekan yang besar maka rugi-rugi yang dihasilkan menjadi lebih besar, sehingga kerja mesin menjadi berat dan berakibat torsi menjadi kecil.

Hasil pengujian konduktivitas termal pada Gambar 4.1 oli BM 1 menunjukkan lebih tinggi dibandingkan dengan oli Motul dan oli MPX 2, hal tersebut berpengaruh dengan nilai torsi yang dihasilkan pada sepeda motor Honda Beat PGM FI 110 cc, karena dengan nilai konduktivitas termal yang baik maka kemampuan oli untuk menstabilkan temperatur mesin lebih baik, sehingga tidak terjadi pemuaiian pada komponen mesin yang berakibat pada gesekan antar komponen mesin. Jika mesin mengalami over heat maka komponen mesin akan memuai sehingga gesekan antar komponen menjadi lebih besar dan berakibat rugi-rugi menjadi besar, sehingga torsi menjadi kecil.

#### 4.5 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian konsumsi bahan bakar pada uji jalan menggunakan bahan bakar jenis Pertamina ron 92, dari ketiga jenis oli yang digunakan yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul. Pengujian menempu jarak sekitar 4 km dengan menggunakan kecepatan sekitar 40 km/jam.

Perhitungan data konsumsi bahan bakar:

$$Mf = \frac{s}{v}$$

$v$  = Volume bahan bakar yang digunakan (L)

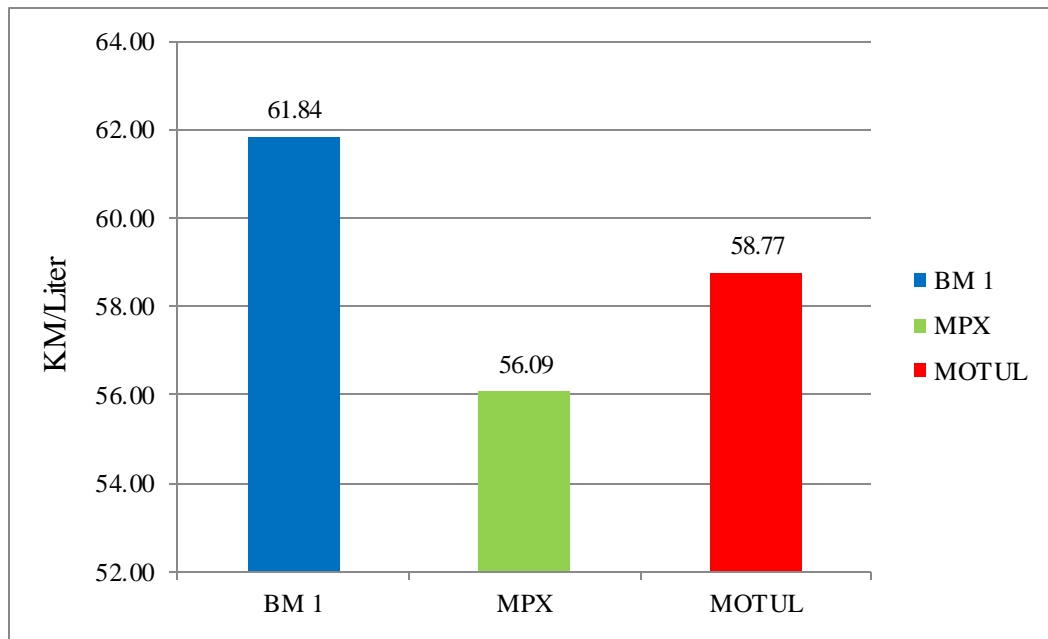
$s$  = Jarak tempuh (km)

Diketahui:  $v = 65 \text{ ml} = 0,065 \text{ Liter}$

$s = 4 \text{ km}$

$$\begin{aligned} Mf &= \frac{4 \text{ km}}{0,065 \text{ liter}} \text{ (Data diambil dari lampiran oli baru BM 1)} \\ &= 61,53 \text{ km/liter} \end{aligned}$$

Grafik pengaruh beberapa jenis minyak pelumas mesin yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul terhadap konsumsi bahan bakar jenis Pertamina ron 92 dapat dilihat pada gambar 4.6



**Gambar 4.6** Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar

Gambar 4.6 menunjukkan perbandingan minyak pelumas yaitu oli MPX 2, oli BM 1, dan oli Motul terhadap konsumsi bahan bakar minyak jenis Pertamina Ron 92. Hasil pengujian diatas menghasilkan data bahwa minyak pelumas sintesis lebih hemat bahan bakar dibandingkan dengan jenis minyak pelumas mineral, hal tersebut dikarenakan minyak pelumas sintesis lebih baik dalam menaikkan nilai daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan bermotor karena lebih sempurna dalam melumasi komponen mesin.

Pada pengujian konsumsi bahan bakar semestinya disesuaikan dengan rpm pada pengujian daya dan torsi, pemilihan rpm 6000 pada pengujian daya dan torsi adalah rekomendasi dari alat dynotest yang digunakan untuk spesifikasi balap oleh Karena itu rpm pada daya dan torsi kurang sesuai dengan rpm pada pengujian konsumsi bahan bakar. Pada saat pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan kecepatan 40 km/jam. Pada kecepatan 40 km/jam, rpm sepeda motor Honda Beat PGM FI 110 cc hanya sekitar 3000-4000 rpm, sehingga tidak sesuai dengan rpm pada saat pengujian daya dan torsi pada alat uji dynotest.

Honda Beat PGM FI dengan oli BM 1 dapat menempuh jarak sekitar 61,84 Km/liter, jika menggunakan oli MPX 2 dapat menempuh jarak sekitar 56,09

Km/liter, sedangkan menggunakan oli Motul dapat menempuh jarak sekitar 58,77 Km/liter dengan kecepatan yang sama yaitu 40 Km/jam.

Tingkat konsumsi bahan bakar sepeda motor dipengaruhi oleh kinerja dari daya dan torsi sepeda motor itu sendiri, dengan nilai daya dan torsi yang besar akan menghemat pengeluaran konsumsi bahan bakar, karena kemampuan kerja dari sepeda motor akan lebih ringan, rugi-rugi gesekan antar komponen mesin juga lebih kecil sehingga beban kerja dari mesin akan lebih kecil, hal tersebut akan meningkatkan kinerja daya dan torsi. Nilai viskositas oli BM 1 lebih tinggi/kental dibandingkan dengan oli MPX 2, dan oli Motul yang akan berakibat pada kemampuan untuk melumasi komponen mesin yang lebih maksimal, karena semakin kental suatu oli maka untuk melumasi setiap komponen mesin akan lebih tebal, sehingga gesekan antar komponen menjadi lebih kecil, gesekan berakibat kepada rugi-rugi yang di alami juga akan menjadi kecil, sehingga mesin akan lebih ringan dalam bekerja. Semakin besar nilai konduktivitas termal pelumas maka kemampuan untuk memindahkan panas dari mesin akan lebih baik, sehingga tidak terjadi *overheat* pada mesin yang berakibat gesekan antar komponen mesin menjadi lebih besar, akibat dari gesekan yang besar makan mesin akan lebih berat dalam bekerja.

Data di atas sama dengan penelitian dari Arisandi (2012) yaitu konsumsi bahan bakar pada penggunaan pelumas sintesis lebih hemat dibandingkan dengan penggunaan minyak pelumas semi sintesis dan mineral, sedangkan konsumsi bahan bakar pada minyak pelumas semi synthetic lebih hemat dibandingkan dengan penggunaan minyak pelumas mineral.

**Tabel 4.1** Data hasil konsumsi bahan bakar dalam (%)

Jenis oli	Konsumsi bahan bakar (Km/Liter)	Deviasi (%)
BM 1	61,84	10,25
Motul	58,77	4,77

Contoh perhitungan perbandingan konsumsi bahan bakar

- Oli BM 1 dengan oli MPX 2

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{Konsumsi bahan bakar oli BM 1} - \text{Konsumsi bahan bakar oli MPX 2})}{\text{Konsumsi bahan bakar oli MPX 2}} 100\% \\ &= \frac{61,84 - 56,09}{56,09} 100\% \\ &= 10,25\% \end{aligned}$$

Dari data perhitungan konsumsi bahan bakar dapat dianalisa bahwa penggunaan oli BM 1 lebih hemat 10,25% dari oli MPX 2, sedangkan oli Motul lebih hemat 4,77% dari oli MPX 2. Hal ini sama dengan penelitian dari Arisandi (2012) yaitu konsumsi bahan bakar pada penggunaan oli sintetis lebih hemat dibandingkan dengan oli semi sintetis dan oli mineral, sedangkan penggunaan oli semi synthetic lebih hemat dibandingkan oli mineral.