

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian

Setelah proses pengambilan data selesai maka dilakukan perhitungan dan pembahasan. Semua data dari hasil pengujian dilakukan perhitungan untuk mendapat variabel yang diinginkan dan dilakukan pembahasan. Berikut merupakan proses pengumpulan data, perhitungan dan pembahasan.

#### 4.2 Hasil Pengujian Konduktivitas Termal

Didapatkan hasil konduktivitas dari empat merek oli yang diuji menggunakan *Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit*. Diperoleh perbedaan temperatur antara *plug* dan *jacket* menggunakan variasi pengujian dengan menentukan arus dan tegangannya. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Diketahui data perhitungan oli Yamalube yang diperoleh:

Tegangan	= 38 V
Arus	= 0,068 A
Temperatur Plug	= 28,3°C
Temperatur Jacket	= 27,7°C

Perhitungan:

##### 1. *Elemen Heat Input*

$$\begin{aligned} Q_e &= V \times I \\ &= 38 \text{ (V)} \times 0,068 \text{ (A)} \\ &= 2,584 \text{ W} \end{aligned}$$

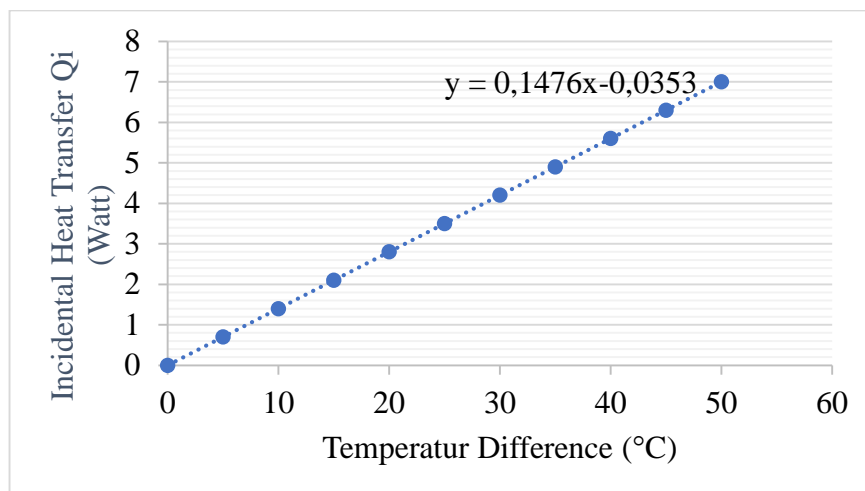
##### 2. *Temperature Different*

$$\begin{aligned} \Delta t &= T_1 - T_2 \\ &= 28,3^\circ\text{C} - 27,7^\circ\text{C} \\ &= 0,6^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta t &= 301,3 \text{ K} - 300,7 \text{ K} \\ &= 0,6 \text{ K} \end{aligned}$$

### 3. Conduction Heat Transfer Rate

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_e - Q_i \\ &= 2,584 \text{ W} - 0,05086 \text{ W} \\ &= 2,5 \text{ W} \end{aligned}$$



**Gambar 4.1** Grafik kalibrasi  $Q_i$

Keterangan:

$Q_i$  dari persamaan kalibrasi

$$y = 0,1476(x) - 0,0353$$

$$y = 0,1476(0,6) - 0,353 \text{ (0,6 dari } \Delta t \text{ dalam K)}$$

$$y = 0,05086 \text{ W}$$

### 4. Thermal Conductivity

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

Keterangan:

$\Delta r$  = Radial clearance, jarak antara plug dan jacket ( $0,00034 \text{ m}^2$ )

$A$  = Luas efektif antara plug dan jacket ( $0,0133 \text{ m}^2$ )

$$K = \frac{2,5 \text{ W} \times 0,00034 \text{ m}^2}{0,0133 \text{ m}^2 \times 0,6 \text{ K}}$$

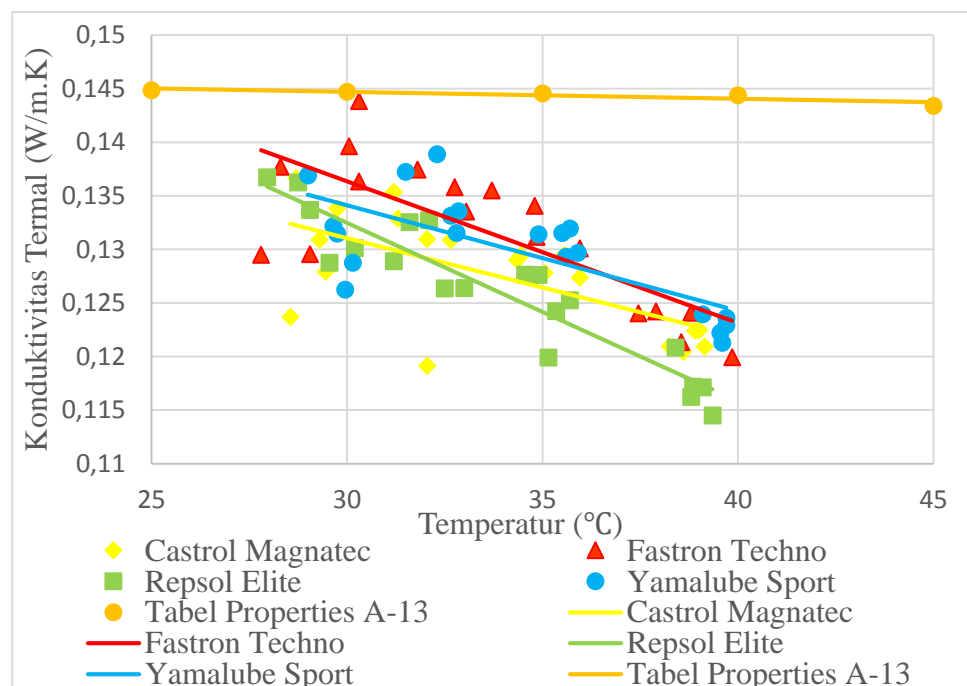
$$K = 0,1065162907 \text{ W/m.K}$$

Hasil perhitungan diatas merupakan salah satu contoh perhitungan konduktivitas termal dengan menggunakan data yang diambil dari pengujian menggunakan *Thermal Conductivity Of Liquid and Gases Unit*. Data keseluruhan dibuat tabel untuk kemudian disajikan dalam bentuk grafik perubahan konduktivitas termal terhadap kenaikan temperatur.

Nilai konduktivitas yang tinggi menunjukkan bahwa minyak pelumas tersebut mampu menghantarkan panas dengan baik, sedangkan minyak pelumas yang baik adalah minyak pelumas yang mampu menghantarkan panas dengan stabil atau laju penurunannya kecil. Dari data hasil pengujian terhadap keempat minyak pelumas, semuanya mengalami penurunan nilai konduktivitas ketika temperatur dinaikkan. Pada dasar teori disebutkan bahwa salah satu fungsi pelumas adalah sebagai pendingin, hal ini yang berkaitan dengan nilai konduktivitas suatu pelumas.

#### 4.2.1 Analisis Konduktivitas Termal Keempat Sampel Oli

Apabila pada pengujian konduktivitas termal empat merek minyak pelumas dibandingkan dengan tabel properties akan menghasilkan grafik perbandingan seperti pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik pengaruh temperatur terhadap konduktivitas termal minyak pelumas

Dari grafik diatas menunjukkan semakin tinggi temperatur maka nilai konduktivitas masing-masing oli semakin menurun dengan laju penurunan yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan ketika temperatur semakin naik maka molekul-molekul pada minyak pelumas ikatannya meregang sehingga transfer kalornya menjadi semakin sulit atau jauh hal ini yang membuat konduktivitasnya menurun ketika temperatur semakin naik.

Dari gambar 4.2 diatas keberadaan tabel properties sebagai standarisasi konduktivitas oli yang diuji, bahwa oli dikatakan memenuhi standar apabila berada dibawah dari atau mendekati nilai tabel properties. Kemudian untuk keempat oli yang diuji dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Pada gambar 4.2 oli *Fastron Techno* memiliki nilai konduktivitas tertinggi pada suhu kamar dari semua sampel oli yang diuji, dari temperatur awal hingga suhu  $\pm 37,2^{\circ}\text{C}$  rata-rata konduktivitas termalnya sebesar 0,133 (W/m.K), namun jika dilihat dari temperatur kerja mesin dimana temperatur kerja oli sekitar  $83^{\circ}\text{C}$ , grafik cenderung menurun dibandingkan dengan oli *Castrol Magnatec* dan *Yamalube Sport*.
2. Pada oli *Yamalube sport* nilai konduktivitas pada suhu kamar, yakni pada awal dipanaskan hingga suhu  $\pm 37,2^{\circ}\text{C}$  berada di posisi kedua dengan rata-rata konduktivitas termalnya sebesar 0,130 (W/m.K) dan memiliki laju penurunan yang kecil atau lebih stabil dibandingkan oli *Fastron Techno* dan *Repsol Elite*, begitu juga tren grafiknya cenderung tinggi hingga temperatur kerja oli.
3. Untuk oli *Castrol Magnatec* nilai konduktivitas termalnya berada diposisi ketiga pada suhu kamar, dari temperatur awal hingga tempertur  $\pm 37,2^{\circ}\text{C}$  nilai rata-rata konduktivitas termalnya sebesar 0,128 (W/m.K) dengan laju penurunan yang hampir sama stabilnya dengan oli *Yamalube Sport*, begitu juga tren grafiknya hingga temperatur kerja oli.
4. Untuk oli *Repsol Elite* memiliki nilai konduktivitas termal rata-rata paling kecil atau rendah pada suhu kamar, dari temperatur awal hingga dipanaskan sampai  $\pm 37,2^{\circ}\text{C}$  nilai konduktivitas termal rata-rata sebesar 0,26 (W/m.K) dengan laju penurunan yang tinggi atau besar.

Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pada suhu kamar yakni dari temperatur awal hingga dipanaskan sampai  $\pm 37,2^{\circ}\text{C}$  oli *Fastron Techno* nilai rata-rata konduktivitas termalnya paling tinggi dan yang paling rendah adalah oli *Repsol Elite*, namun meski oli *Fastron Techno* memiliki nilai konduktivitas rata-rata tertinggi pada temperatur kamar, laju penurunannya lebih besar dibandingkan dengan oli *Yamalube Sport* dan *Castrol Magnatec*, dan tren grafiknya cenderung turun secara signifikan jika dibuat hingga temperatur oli, hal ini berbeda dengan oli *Yamalube Sport* dan *Castrol Magnatec* yang justru cenderung stabil dengan laju penurunan yang kecil hingga temperatur kerja oli. Pada pernyataan sebelumnya menyatakan bahwa konduktivitas yang tinggi artinya minyak pelumas tersebut dapat menghantarkan panas dengan baik, namun minyak pelumas yang baik adalah yang mampu menghantarkan panas dengan stabil, artinya pada analisis ini karakteristik konduktivitas oli *Yamalube Sport* adalah yang paling baik. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Raharjo (2017) yang menyatakan bahwa Konduktivitas termal oli *Fedral Racing (Full Synthetic)* lebih tinggi dibandingkan oli *Yamalube Gold* (semi sintetis). Pada hal ini bisa diasumsikan bahwa bahwa oli yang berbasis sintetis tidak selalu unggul dalam segala hal, namun lebih kepada bagaimana oli tersebut unggul dalam dalam bagian yang telah diperbaiki kandungannya dengan tambahan zat aditif ataupun dengan proses kimiawi yang kompleks.

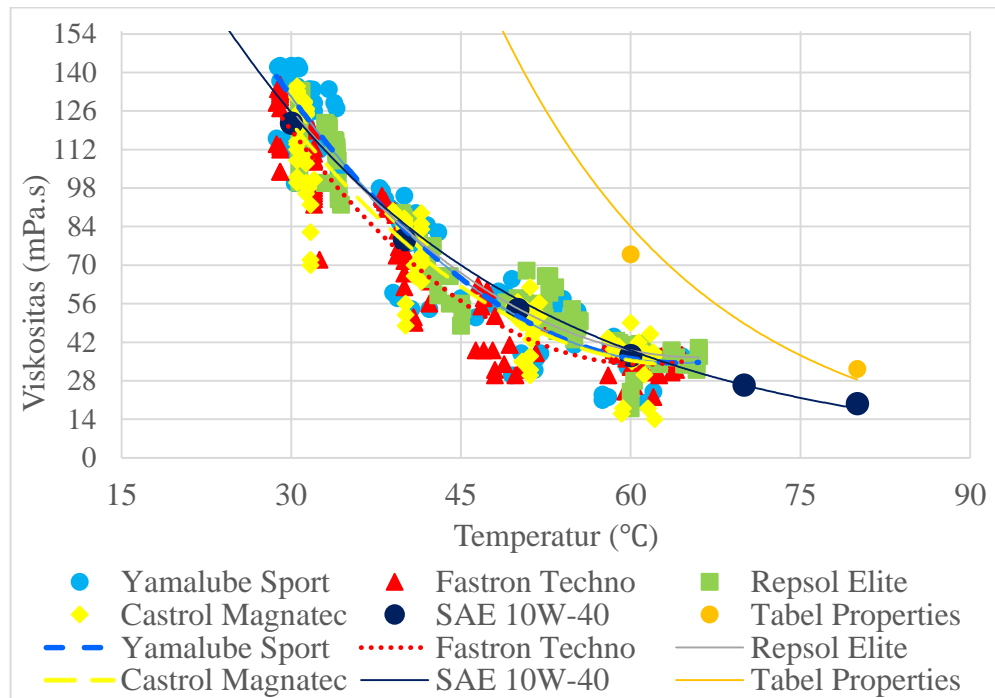
### 4.3 Hasil Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas oli merek *Repsol Elite*, *Fastron Techno*, *Castrol Magnatec* dan *Yamalube Sport* terhadap temperatur yang diuji menggunakan viskometer NDJ 8S dengan variasi temperatur, 30°C, 40°C, 50°C., dan 60 °C.

*Viscosity* adalah kekentalan suatu minyak pelumas yang merupakan ukuran kecepatan bergerak atau daya tolak suatu pelumas untuk mengalir. Pada temperatur normal, pelumas dengan *viscosity* rendah akan cepat mengalir dibandingkan pelumas dengan *viscosity* tinggi. Biasanya untuk kondisi operasi yang ringan, pelumas dengan *viscosity* rendah dianjurkan untuk digunakan, sedangkan pada kondisi operasi tinggi dianjurkan menggunakan pelumas dengan *viscosity* tinggi, dengan begitu viskositas yang baik pada pelumas adalah yang tidak terlalu terpengaruh terhadap perubahan temperatur. Viskositas cair akan turun dengan naiknya suhu. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul-molekul cairan bergerak sehingga ikatan antar molekul melemah atau meregang. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

#### 4.3.1 Analisis Viskositas Keempat Sampel Oli

Untuk dapat mengetahui apakah pengujian oli sudah sesuai standarisasi SAE 10W-40 dan sesuai tabel properties mengenai *engine oil* maka dibuat grafik seperti pada gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas minyak pelumas

Dari gambar 4.3 dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Pada oli merek *Yamalube Sport* (semi sintetis) memiliki nilai viskositas tertinggi pada suhu kamarnya, dari temperatur awal hingga dipanaskan samapai  $\pm 61,2^{\circ}\text{C}$  memiliki nilai viskositas rata-rata sebesar 82, 23 (mPa.s), dengan laju perubahan viskositas sebesar 3,63 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ).
2. Pada oli Merek *Repsol Elite* (sintetis) nilai viskositas rata-ratanya berada diposisi no 2 pada suhu kamar, dari temperatur awal hingga dipanaskan sampai  $\pm 61,2^{\circ}\text{C}$  viskositas rata-ratanya sebesar 77,135 (mPa.s) dengan laju perubahan viskositas sebesar 3,2 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ )
3. Pada oli merek *Castrol Magnatec* (sintetis) nilai viskositas rata-ratanya berada diposisi no 3 pada suhu kamar, dari temperatur awal hingga dipanaskan sampai  $\pm 61,2^{\circ}\text{C}$  memiliki nilai viskositas rata-rat sebesar 75,47 (mPa.s) dengan laju perubahan viskositas sebesar 3,84 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ).
4. Sedangkan untuk oli *Fastron Techno* (sintetis) memiliki nilai viskositas rata-rata yang paling rendah atau kecil pada suhu kamar, sehingga yang paling encer diantara sampel oli uji yang lain, yakni dari temperatur awal

hingga dipanaskan sampai  $\pm 61,2^{\circ}\text{C}$  nilai viskositas rata-ratanya sebesar 73,92 (mPa.s) dengan laju perubahan viskositas yang paling kecil pula yaitu sebesar 3,17 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ).

Dari analisis diatas dapat disimpulkan bahwa pada suhu kamar oli dengan viskositas tertinggi adalah oli *Yamalube Sport* dengan rata-rata viskositas sebesar 82,23 (mPa.s) dan laju perubahan viskositasnya berada diposisi ke 3 yakni sebesar 3,64 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ). Sedangkan untuk oli dengan rata-rata viskositas terendah adalah oli *Fastron Techno* sebesar 73,92 (mPa.s) dan dengan laju perubahan viskositas yang paling kecil pula yaitu sebesar 3,17 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ). Untuk laju perubahan viskositas tertinggi adalah oli *Castrol Magnatec* sebesar 3,84 (mPa.s/ $^{\circ}\text{C}$ ). Pada teorinya menyatakan bahwa oli dengan viskositas yang baik adalah oli yang tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan temperatur, namun pada grafik menunjukkan bahwa keempat oli mengalami penurunan yang signifikan, meskipun demikian dari keempat oli yang menunjukkan paling mendekati dari teori yang ada adalah oli merek *Fastron Techno*, hal ini karena oli *Fastron Techno* menunjukkan laju perubahan atau penurunan viskositas yang paling kecil terhadap temperatur ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Raharjo (2017) yang menyatakan bahwa oli *Fedral Recing* (full sintetis) memiliki viskositas yang paling baik karena penurunan viskositasnya yang paling sedikit atau kecil. Oli *Fastron Techno* memiliki nilai viskositas yang paling kecil atau encer dan sesuai dengan standar SAE sehingga ini sesuai untuk sepeda motor keluaran terbaru karena sepeda motor keluaran terbaru memiliki celah-celah antar komponen mesin yang lebih presisi atau sempit sehingga oli dengan kekentalan yang lebih encer akan dapat melumasi secara maksimal.

Maka dari hasil pengujian keempat sampel oli tersebut diketahui bahwa oli yang paling kecil nilai viskositasnya adalah oli *Fastron Techno* dan oli yang paling tinggi viskositasnya adalah oli *Yamalube Sport*. Namun hal ini belum bisa menentukan apakah oli dengan viskositas tinggi atau kecil adalah yang terbaik, karena ada istilah-istilah dalam viskositas seperti *viscosity index*, *flash*



*point, fire point, pour point, could point*, dan yang lainnya, istilah ini berhubungan dengan faktor lain yang membuat oli tersebut apakah cocok atau tidak dengan mesin sepeda motor yang memakai oli tersebut. Selain itu untuk melihat pengaruhnya terhadap performa mesin, kita juga harus melihat bagaimana hubungannya dengan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar ini bisa menjadi salah faktor untuk menentukan apakah oli tersebut cocok atau baik untuk mesin kita.

Dari gambar 4.3 diatas juga diketahui bahwa standar SAE 10-40 tabel properties memiliki perbandingan yang cukup dekat atau tren garis yang identik dengan keempat sampel oli uji. Maka bisa dikatakan bahwa keempat sampel oli yang diuji sudah sesuai standar yang dikeluarkan dari pihak SAE. Untuk laju penurunan viskositas terhadap suhu dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Data hasil laju perubahan viskositas terhadap temperatur

Jenis Oli	Temperatur terendah (°C)	Temperatur tertinggi (°C)	Viskosits terendah (mPa.s)	Viskositas tertinggi (mPa.s)	Kecepatan perubahan viskositas (mPa.s/°C)
Yamalube Sport	29,8	63,5	20	142,4	3,63
Factron Techno	28,7	64,5	22	135,6	3,17
Repsol Elite	30,5	66	18	133,4	3,25
Castrol Magnatec	30,5	62	14	135	3,84

Contoh perhitungan kecepatan perubahan viskositas pada pelumas *Yamalube Sport*

$$\mu = \frac{(\mu \text{ max} - \mu \text{ min}) \text{ mPa.s}}{(t \text{ max} - t \text{ min}) \text{ } ^\circ\text{C}}$$

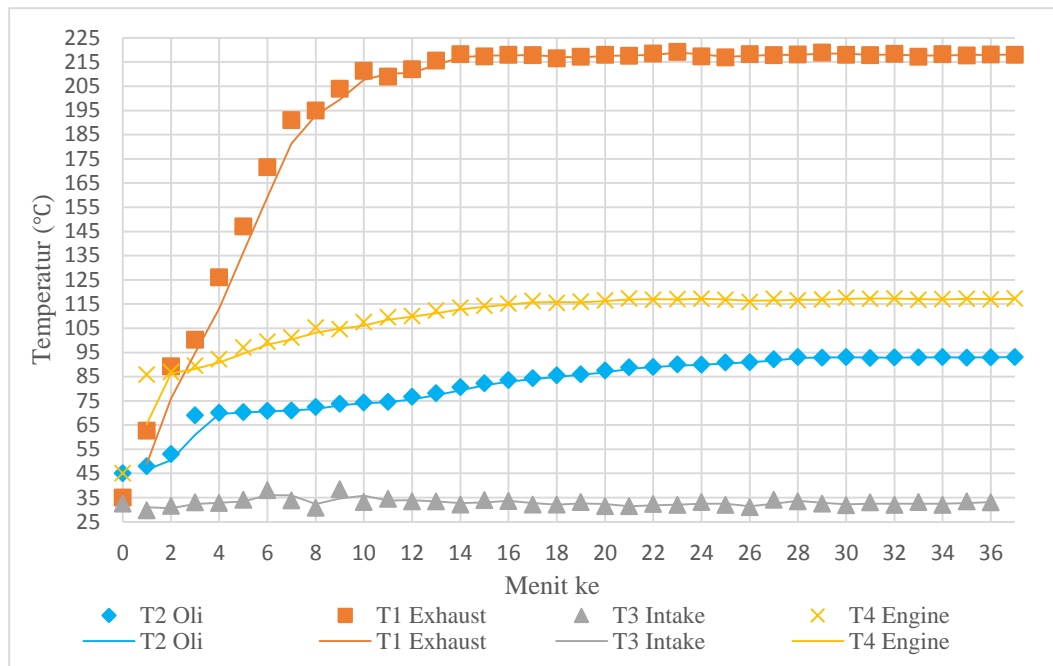
$$\mu = \frac{(142,4 - 20) \text{ mPa.s}}{(63,5 - 29,8) \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\mu = 3,63 \text{ mPa.s/}^\circ\text{C}$$

Pada hasil dari setiap sampel oli yang dilakukan pengujian semuanya mengalami penurunan viskositas seiring dengan naiknya temperatur dengan laju perubahan yang berbeda-beda dimana oli *Fastron Techno* memiliki laju perubahan yang paling kecil/baik dengan kecepatan perubahan viskositas sebesar 3,17 (mPa.s/°C), untuk laju perubahan viskositas tertinggi adalah oli *Castrol Magnatec* dengan laju perubahan viskositas sebesar 3,84 (mPa.s/°C) sedangkan oli *Repsol Elite* dan *Yamalube Sport* masing-masing 3,25 (mPa.s/°C) dan 3,63 (mPa.s/°C). Namun hasil semua sampel oli yang diuji memiliki perbedaan nilai viskositas yang tidak terlalu signifikan.

#### 4.4 Hasil Pengujian Torsi Dan Daya

Pengujian torsi dan daya dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin Yamaha Vega ZR 115 cc dengan menggunakan empat produk minyak pelumas yaitu, oli *Fastron Techno*, *Castrol Magnatec*, *Repsol Elite* dan *Yamalube Sport* menggunakan bahan bakar *pertalite*, dengan kecepatan 4000 rpm sampai 10000 rpm pada kondisi motor standar pabrik. Namun sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap temperatur kerja pada sepeda motor, temperatur kerja diukur menggunakan *thermocouple reader* pada empat titik yakni pada oli mesin, blok mesin, *exhaust*, dan *intake manifold* kemudian dibuat grafik seperti pada gambar 4.4.

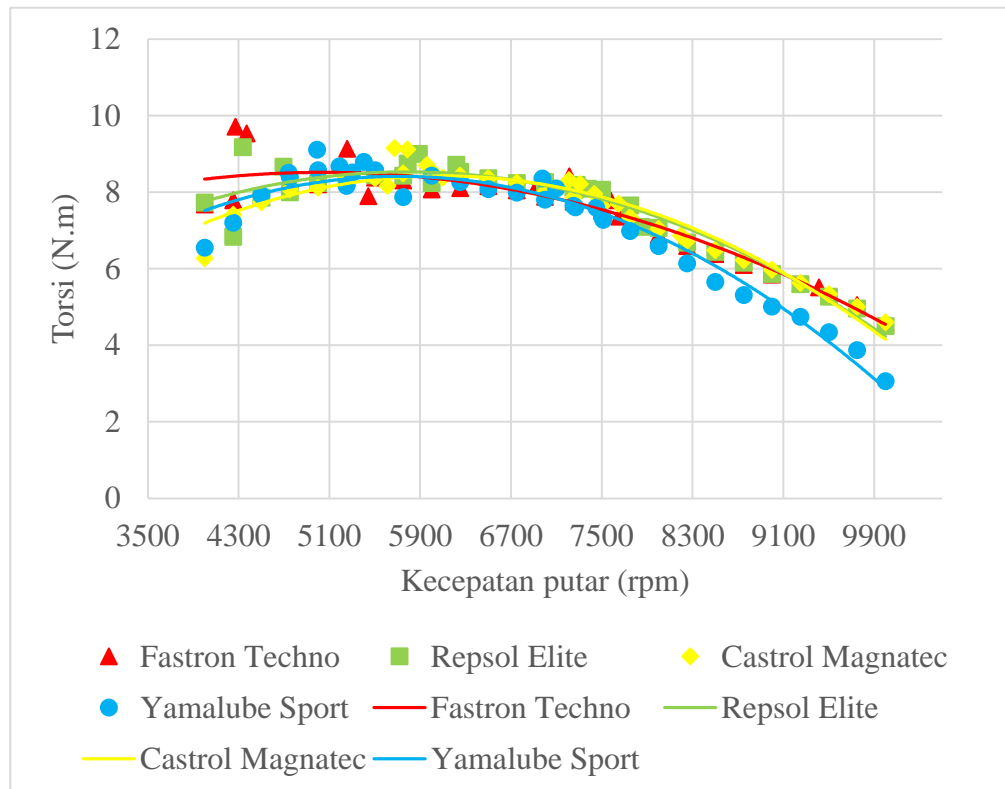


**Gambar 4.4** Grafik temperatur kerja mesin

Pada gambar 4.6 merupakan temperatur kerja mesin Yamaha Vega ZR 115 cc dimana temperatur kerja rata-rata untuk masing-masing titik yakni oli 87°C blok mesin 116°C, *exhaust* 216°C, dan *intake manifold* 30°C. Temperatur tersebut sebagai acuan saat mengukur daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar, dengan diketahui temperatur kerja mesin dapat mengantisipasi terjadinya *overheat* sehingga data hasil pengukuran lebih valid.

#### 4.4.1 Pengaruh Empat Merek Minyak Pelumas Terhadap Torsi

Pengujian *dynotest* menggunakan empat produk minyak pelumas baru yaitu oli *Fastron Techno*, *Castrol Magnatec*, *Repsol Elite*, dan *Yamalube Sport*. Hasil Pengujian *dynotest* berupa torsi dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini.



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

Dari gambar 4.5 dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa seiring dengan naiknya kecepatan putar mesin, pada merek oli yang diuji mengalami penurunan torsi. Pada tarikan awal dari kecepatan 4000 rpm sampai  $\pm 5400$  rpm oli *Fastron Techno* memiliki nilai torsi lebih tinggi dibandingkan dengan sampel oli merek lainnya. Torsi merupakan hubungan daya dan jarak, artinya kemampuan untuk memindahkan beban pada jarak tertentu. Pada oli *Fastron Techno* saat putaran awal memiliki rata-rata torsi tertinggi. Jika kita melihat grafik hubungan viskositas dengan temperatur menunjukkan bahwa oli *Fastron Techno* memiliki tren grafik yang paling rendah atau nilai rata-ratanya paling kecil sehingga menunjukkan oli paling encer dari sampel uji yang lainnya, namun keenceran ini masih sesuai dengan batas standar SAE, maka dengan nilai viskositas yang kecil atau encer ini memusingkan oli untuk masuk kecelah-celah komponen mesin yang sempit saat mulai ataupun

mesin sudah beroperasi yang membuat komponen mesin dapat berputar dengan baik, dengan demikian saat putaran awal dengan pemakaian oli Fastron Techno membuat torsi pada mesin menjadi paling tinggi.

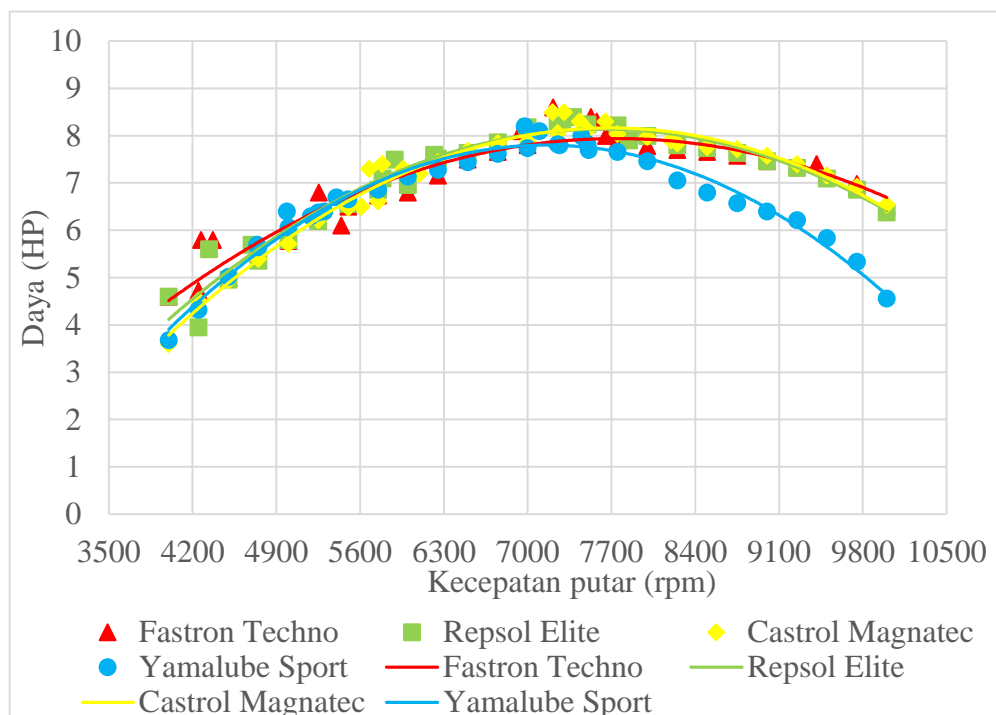
2. Untuk ketiga merek oli lainnya pada putaran awal yakni pada putaran 4000 rpm hingga  $\pm$  5400 rpm memiliki nilai rata-rata torsi yang hampir berdekatan dimana oli *Repsol Elite* berada diposisi kedua, *Yamalube Sport* diposisi kedua, dan *Castrol Magnatec* berada diposisi terakhir. Namun ketika kecepatan putarnya semakin bertambah mulai dari putaran 5400 rpm karakteristik torsi dari keempat pelumas tadi berubah, dimana oli *Fastron Techno* yang berada dipuncak kini mengalami penurunan hingga diposisi terbawah namun hal ini juga diikuti oli *Yamalube Sport* yang sama-sama berada diposisi terbawah dengan garis yang sama hingga putaran  $\pm$  7500 rpm, sedangkan untuk oli *Castrol Magnatec* dan *Repsol Elite* dari putaran 5400 rpm saling berhimpit dan stabil hingga putaran 10000 rpm, namun untuk oli *Yamalube Sport* pada putaran 7500 rpm hingga 10000 rpm mengalami penurunan yang semakin drastis dan membuat jarak dengan ketiga oli lainnya menjadi semakin jauh, sedangkan oli *Fastron Techno* makin stabil bahkan pada putaran  $\pm$  9100 rpm hingga 10000 rpm berada diposisi teratas.
3. Dari gambar 4.5 diatas juga bisa dilihat bahwa keempat minyak pelumas memiliki torsi puncak yang berbeda-beda dimana pada oli *Fastron Techno* memiliki nilai puncak paling tinggi yakni sebesar 9,71 (N.m) pada putaran 4270 rpm, kemudian diikuti oli *Repsol Elite* dengan torsi puncak sebesar 9,18 (N.m) pada putaran 4337 rpm, *Castrol Magnatec* sebesar 9,15 (N.m) pada putaran 5674 rpm, dan *Yamalube Sport* 9,11 (N.m) pada putaran 4989 rpm.
4. Bila dihubungkan dengan karakteristik konduktivitas termal dan viskositas dapat diambil beberapa kesimpulan. Dalam dasar teori disebutkan bahwa pelumas yang memiliki nilai konduktivitas tinggi adalah pelumas yang dapat menghantarkan panas dengan baik, namun pelumas yang baik adalah pelumas yang dapat menghantarkan panas dengan stabil (sesuai batas atau

standar). Untuk viskositas sendiri sebenarnya lebih relatif, artinya baik buruknya viskositas sepenuhnya tidak dilihat dari tinggi rendahnya nilai viskositas atau kekentalan itu sendiri, namun viskositas yang baik adalah yang sesuai dengan kebutuhan mesin dan tidak terlalu terpengaruh dengan perubahan temperatur atau memiliki indeks viskositas yang tinggi, semakin tinggi indeks viskositas pelumas maka akan semakin kecil terjadinya perubahan kekentalan minyak pelumas meskipun terjadi perubahan temperatur. Sedangkan torsi sendiri merupakan ukuran transfer energi atau daya dikali dengan putaran. Dalam siklus energi pada proses kerja mesin sepeda motor, dari proses pembakaran diruang bakar hingga menjadi energi mekanik sehingga menggerakkan roda pada sepeda motor, maka proses awal untuk terjadinya siklus tersebut adalah yang paling membutuhkan torsi yang paling besar sehingga dapat diartikan bahwa untuk menjalankan sepeda motor dari diam hingga bergerak membutuhkan energi yang besar dalam hal ini torsi, dengan kata lain torsi dibutuhkan untuk memulai gerakan sepeda motor, namun lebih tepatnya torsi dibutuhkan untuk menerima beban yang berat. Jika melihat dari grafik konduktivitas termal menunjukkan oli *Fastron Techno* pada suhu kamar (suhu sebelum mencapai temperatur kerja oli) memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi, dan jika melihat grafik viskositas maka oli *Fastron Techno* memiliki nilai viskositas yang paling kecil atau encer, maka dengan besarnya konduktivitas termal pada suhu kamar dan kecilnya nilai viskositas (namun dalam batas yang wajar atau sesuai standar) membuat awal siklus kerja mesin dari komponen-komponen yang bergerak menjadi ringan dan efektif, karena sifat yang encer tadi membuat oli dapat mengalir menuju celah-celah tersempit sehingga komponen dapat terlumasi secara lebih maksimal dan dengan penghantar panas yang baik membuat panas pada komponen (seperti torak) dapat ditransfer (untuk proses pendinginan) dengan baik oleh pelumas sehingga komponen dapat bekerja dengan maksimal dan temperatur kerja motor dapat dipertahankan. Maka dengan demikian pada putaran awal untuk pemakaian oli *Fastron techno* didapatkan torsi yang

tinggi begitu pula dengan torsi puncaknya. Namun jika dilihat setelah putaran lebih dari 5400 rpm rata-rata torsi oli *Fastron Techno* menurun, hal ini jika melihat pada grafik konduktivitas termal menunjukkan perbandingan yang lurus karena setelah semakin naik suhunya pada grafik konduktivitas termal oli *Fastron Techno* cenderung mengalami penurunan yang cukup drastis. Untuk oli *Yamalube Sport* nilai konduktivitas termal pada suhu kamar meskipun berada diposisi kedua namun tren grafiknya cenderung stabil hingga suhu berikutnya, sedangkan pada grafik viskositas nilai viskositas oli *Yamalube Sport* paling tinggi, jika melihat grafik torsi pada putaran awal oli *Yamalube Sport* berada diposisi ketiga namun setelah putaran 5400 rpm lebih mengalami penurunan yang drastis, hal ini bisa disebabkan karena meskipun nilai konduktivitasnya cenderung stabil namun nilai viskositasnya tinggi membuat aliran oli sulit untuk masuk atau mengalir menuju celah-celah tersempit dari komponen mesin sehingga komponen tidak dapat terlumasi dengan maksimal dan mesin tidak dapat bekerja dengan maksimal. Sedangkan untuk oli *Repsol Elite* dan *Castrol Magnatec* memiliki tren grafik yang relatif stabil dan saling berhimpit pada grafik torsi hal ini karena pada nilai konduktivitas termal dan viskositasnya memiliki nilai yang saling bergantian posisi dengan selisih yang sangat kecil sehingga saling melengkapi.

#### **4.4.2 Pengaruh Empat Merek Pelumas Terhadap Daya**

Pengujian *dynotest* menggunakan empat merek minyak pelumas baru yaitu oli *Fastron Techno*, *Castrol Magnatec*, *Repsol Elite*, dan *Yamalube Sport*. Hasil pengujian *dynotest* berupa daya dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.



**Gambar 4.6** Grafik pengaruh minyak pelumas terhadap daya

Pada gambar 4.6 grafik pengaruh minyak pelumas terhadap daya pada putaran awal 4000 rpm hingga 10000 rpm memiliki tren grafik yang hampir sama atau identik, perbedaannya hanya terletak pada titik dimana putaran pada masing-masing oli mengalami perubahan karakteristik dayanya dan putaran diaman saat mencapai daya puncak.

1. Gambar 4.6 pada tarikan awal dari kecepatan 4000 rpm sampai  $\pm 5000$  rpm oli *Fastron Techno* memiliki nilai daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel oli merek lainnya. Daya merupakan hubungan antara jarak dan waktu, artinya kemampuan seberapa cepat untuk memindahkan`beban pada jarak tertentu atau bisa dikatakan torsi dikali dengan kecepatan putar, sehingga daya lebih mengacu pada kecepatan maka daya yang tinggi harus berada pada saat mesin atau motor sudah jalan. Pada oli *Fastron Techno* pada putaran 7213 rpm memiliki daya puncak yakni sebesar 8,6 (HP) meskipun pada putaran  $\pm 7213$  rpm hingga 9000 rpm sempat berada



dibawah oli *Castrol Magnatec* dan *Repsol Elite* namun setelah putaran diatas 9000 rpm oli *Fastron Techno* paling tinggi.

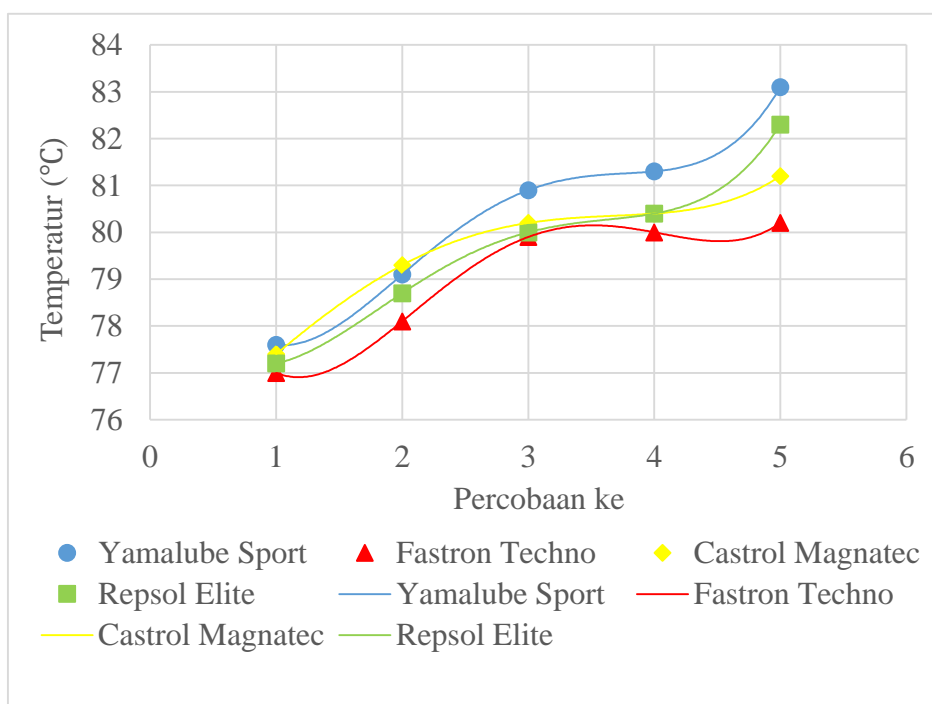
2. Untuk ketiga merek oli lainnya karakteristik grafiknya mirip dengan grafik torsi. Pada grafik daya oli *Castrol Magnatec* mencapai daya puncak pada putaran 7209 rpm sebesar 8,5 (HP), untuk oli *Repsol Elite* daya puncaknya dicapai pada putaran 7278 rpm sebesar 8,4 (HP), sedangkan oli *Yamalube Sport* daya puncaknya dicapai pada putaran 6976 rpm sebesar 8,2 (HP). Dimana pada oli *Castrol Magnatec* dan *Repsol Elite* pada putaran  $\pm 7200$  rpm keatas memiliki tren grafik yang sama atau berhimpit hingga putaran 10000 rpm dan berada diatas oli *Yamalube Sport* dan *Fastron Techno*, namun pada putaran  $\pm 9000$  rpm keatas oli *Fastron Techno* berada diatas.
3. Bila dihubungkan dengan karakteristik konduktivitas termal dan viskositas dapat diambil beberapa kesimpulan. Dalam dasar teori disebutkan bahwa pelumas yang memiliki nilai konduktivitas tinggi adalah pelumas yang dapat menghantarkan panas dengan baik, namun pelumas yang baik adalah pelumas yang dapat menghantarkan panas dengan stabil (sesuai batas atau standar). Untuk viskositas sendiri sebenarnya lebih relatif, artinya baik buruknya viskositas sepenuhnya tidak dilihat dari tinggi rendahnya nilai viskositas atau kekentalan itu sendiri, namun viskositas yang baik adalah yang sesuai dengan kebutuhan mesin dan tidak terlalu terpengaruh dengan perubahan temperatur atau memiliki indeks viskositas yang tinggi, semakin tinggi indeks viskositas pelumas maka akan semakin kecil terjadinya perubahan kekentalan minyak pelumas meskipun terjadi perubahan temperatur. Sedangkan daya sendiri merupakan hubungan antara jarak dan waktu, artinya kemampuan seberapa cepat untuk memindahkan beban pada jarak tertentu atau bisa dikatakan torsi dikali dengan kecepatan putar, sehingga daya lebih mengacu pada kecepatan maka daya yang tinggi harus berada pada saat mesin atau motor sudah jalan. Jika melihat dari grafik konduktivitas termal menunjukkan oli *Fastron Techno* pada suhu kamar (suhu sebelum mencapai temperatur kerja oli) memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi, namun laju penurunannya tidak begitu stabil, hal ini

ditunjukkan ketika menuju temperatur kerja oli konduktivitas oli *Fastron Techno* cenderung besar, hal ini berbeda dengan oli *Yamalube Sport* dan *Castrol Magantec*, konduktivitas kedua oli cenderung stabil menuju temperatur kerja oli, sedangkan oli *Repsol Elite* posisi tren grafiknya berada diposisi terbawah dan penurunan nilai konduktivitasnya paling besar. Jika melihat grafik viskositas maka oli *Fastron Techno* memiliki nilai rata-rata viskositas yang paling kecil atau encer, sedangkan oli *Yamalube Sport* rata-rata viskositasnya paling tinggi diikuti oli *Repsol Elite* dan *Castrol Magnatec*, namun ketika suhu mencapai  $\pm 65^{\circ}\text{C}$  keempat merek oli cenderung memiliki nilai viskositas yang sama, maka dengan besarnya konduktivitas termal pada suhu kamar dan kecilnya nilai viskositas (namun dalam batas yang wajar atau sesuai standar) membuat awal siklus kerja mesin dari komponen-komponen yang bergerak menjadi ringan dan efektif, karena sifat yang encer tadi membuat oli dapat mengalir menuju celah-celah tersempit sehingga komponen dapat terlumasi secara lebih maksimal dan dengan penghantar panas yang baik membuat panas pada komponen (seperti torak) dapat ditransfer (untuk proses pendinginan) dengan baik oleh pelumas sehingga komponen dapat bekerja dengan maksimal dan temperatur kerja motor dapat dipertahankan. Namun jika oli memiliki nilai viskositas yang encer maka oli juga memiliki kerugian, dimana pelumas yang berfungsi sebagai bantalan akan menjadi lebih tipis karena oli yang encer atau viskositasnya kecil artinya lapisan filmnya tipis sehingga gesekan antar komponen bisa menjadi lebih besar atau gaya kontaknya menjadi lebih besar, hal ini bisa berakibat keausan pada komponen menjadi lebih cepat dan juga gesekan yang besar berakibat pada rugi-rugi gaya menjadi lebih besar. Maka dengan demikian ketika putaran mesin atau motor sudah berjalan untuk oli dengan viskositas kecil tidak terlalu bermasalah karena beban kerja mesin tidak terlalu besar, karena beban mesin yang besar itu terjadi pada saat awal mesin beroperasi dimana komponen-komponen lebih rawan mengalami keausan sehingga membutuhkan viskositas yang cukup tinggi namun harus sesuai dengan kondisi mesin, jika kita melihat grafik

daya yang baik antara ketiga oli jenis sintetis relatif, namun jika dibandingkan dengan oli *Yamalube Sport* yang berjenis semi sintetis jelas bahwa oli jenis sintetis memiliki daya yang lebih baik.

#### 4.4.2.1 Temperatur Saat Pengujian Dynotest

Pengujian ini diukur berdasarkan hasil percobaan dari pengujian torsi dan daya, dimana setiap percobaannya di ukur berdasarkan keluarnya percobaan pertama dan seterusnya saat di *dynotest*, dengan parameter yang di ukur temperatur oli. Berikut grafik perbandingan parameter terhadap suhu tersebut :



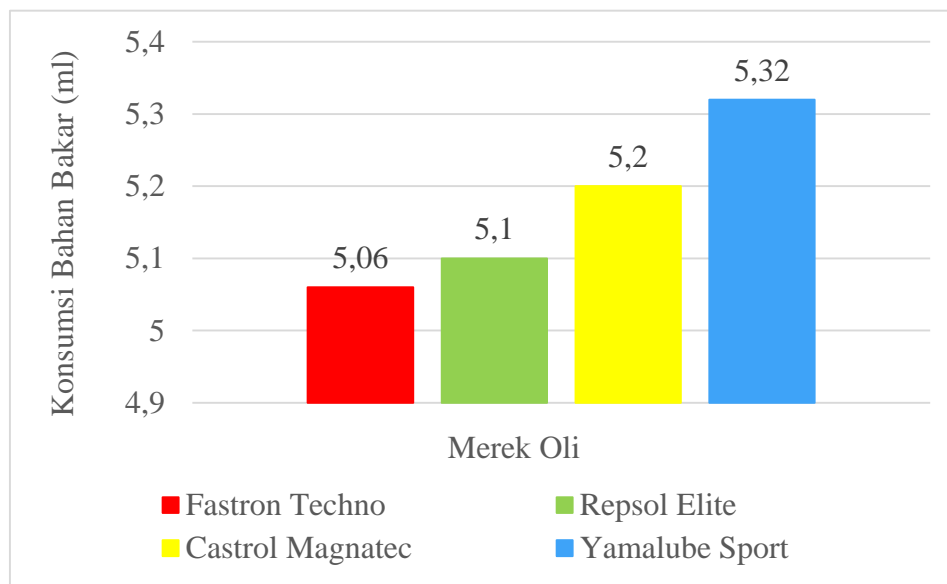
**Gambar 4.7** Grafik temperatur oli saat pengujian *dynotest*

#### 4.4.2.2 Konsumsi Bahan Bakar di *Dynotest*

Selain menguji temperatur di *dynotest* juga dilakukan uji konsumsi bahan bakar. Pengujian bahan bakar dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar setiap data torsi dan daya keluar, jadi pengambilan data konsumsi bahan bakar di *dynotest* dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan

pengujian torsi dan daya. Parameter pengujian sama dengan pengujian bahan bakar yaitu perbedaan minyak pelumas.

Untuk mengetahui hubungan torsi dan daya dengan konsumsi bahan bakar saat pengujian di *dynotest* dibuat juga grafik hubungan antara ketiganya, seperti pada gambar 4.8 berikut:



**Gambar 4.8** Hubungan daya dan torsi terhadap konsumsi bahan bakar

Dari gambar 4.8 didapatkan bahwa dari keempat sampel oli, konsumsi bahan bakar yang paling hemat adalah oli *Fastron Techno* dengan konsumsi bahan bakar 5,06 (ml) hal ini sesuai dengan grafik hubungan minyak pelumas terhadap torsi dan juga daya, dimana pada grafik torsi dan daya dihasilkan torsi dan daya untuk oli *Fastron Techno* paling tinggi, dengan tingginya daya dan torsi mengindikasikan bahwa pelumasan komponen-komponen mesin bekerja dengan maksimal sehingga menjadikan putaran mesin menjadi ringan dan konsumsi bahan bakar pun menjadi lebih efisien atau hemat. Sedangkan untuk merek lainnya memiliki konsumsi bahan bakar yang tidak jauh berbeda dengan oli *Fastron Techno* yakni oli *Repsol Elite* sebesar 5,09 (ml), oli *Castrol Magnatec* sebesar 5,15 (ml), dan *Yamalube Sport* sebesar 5,32 (ml).

#### 4.5 Konsumsi Bahan Bakar

Data tentang pegujian dan perhitugn pengaruh konsumsi bahan bakar terhadap penggunaan masing-masing sampel pelumas yang diuji akan dibahas dibawah ini. Adapun data yang didapat dari pengujian seperti Tabel 4.2 berikut:

**Tabel 4.2** Data konsumsi bahan bakar

No	Oli	Jarak (km)	Waktu (menit)	Kecepatan (km/jam)	KBB (ml)	KBB (ltr)
1	Yamalube	4	7:55	44	0,07	58,82
		4	7:52	42	0,07	60,33
		4	7:50	41	0,07	60,61
		4	7:57	45	0,07	57,80
		4	7:52	42	0,07	57,14
2	Fastron	4	7:50	41	0,07	56,34
		4	7:50	41	0,06	65,57
		4	7:53	43	0,06	65,57
		4	7:58	45,5	0,07	60,61
		4	7:51	42	0,07	57,14
3	Repsol	4	7:55	44	0,06	62,01
		4	7:52	42	0,06	62,50
		4	7:50	41	0,07	60,61
		4	7:55	44	0,07	59,70
		4	7:52	42	0,07	57,97
4	Castrol	4	7:56	45	0,07	60,15
		4	7:50	41	0,06	63,49
		4	7:59	46	0,06	62,01
		4	7:59	46	0,07	58,48
		4	7:57	45	0,07	57,14

Dari data pada Tabel 4.2 dilakukan perhitungan dalam satuan km/liter. Berikut contoh pengolahan data konsumsi bahan bakar pelumas Fastron Techno:

#### 1. Konsumsi Bahan Bakar

$$K_{bb} = \frac{s}{v}$$

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

$s$  = Jarak tempuh (km)

Jika:

$$v = 70 \text{ ml} = 0,07 \text{ liter}$$

$$s = 4 \text{ km}$$

Maka:

$$K_{bb} = \frac{4 \text{ km}}{0,07 \text{ liter}} \quad (\text{Data diambil dari Tabel 4.4})$$

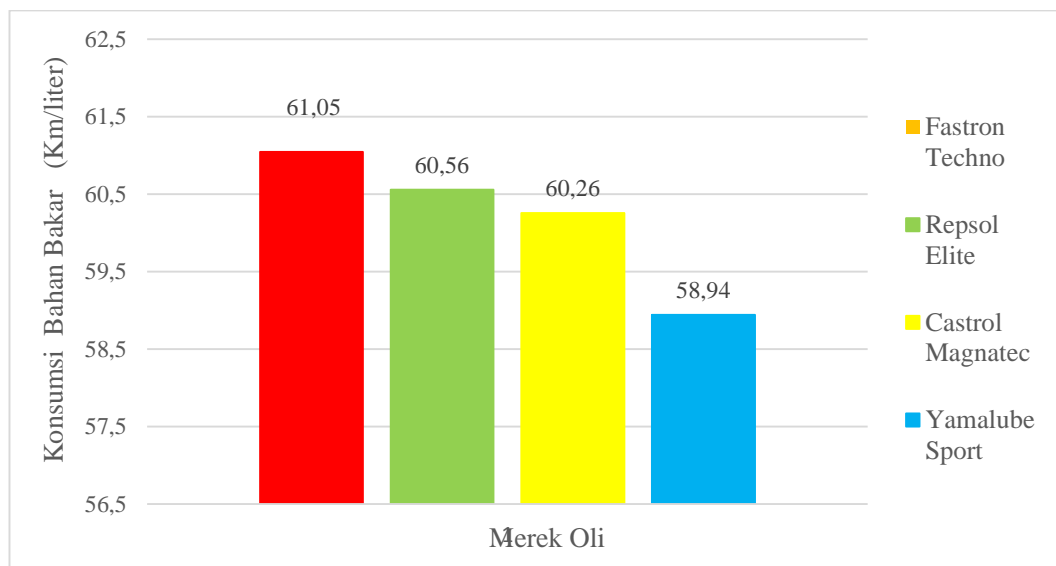
$$= 57,14 \text{ km/liter}$$

Hasil yang diperoleh merupakan perbandingan dari bahan bakar jenis pertalite dengan menggunakan empat merek sampel oli baru yang diuji dengan metode pemakaian langsung pada kendaraan uji. Perhitungan diatas dipakai untuk semua hasil dan pengujian konsumsi bahan bakar yang diperoleh. Hasil perhitungan keseluruhannya disajikan dalam bentuk tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

No	Oli	Jarak (km)	Waktu (menit)	KBB (ml)	KBB (ltr)	KBB km/liter	KBB rata2 km/ liter
1	Yamalube	4	7:55	68	0,07	58,82	58,94
		4	7:52	66,3	0,07	60,33	
		4	7:50	66	0,07	60,61	
		4	7:57	69,2	0,07	57,80	
		4	7:52	70	0,07	57,14	
2	Fastron	4	7:50	71	0,07	56,34	61,05
		4	7:50	61	0,06	65,57	
		4	7:53	61	0,06	65,57	
		4	7:58	66	0,07	60,61	
		4	7:51	70	0,07	57,14	
3	Repsol	4	7:55	64,5	0,06	62,02	60,56
		4	7:52	64	0,06	62,50	
		4	7:50	66	0,07	60,61	
		4	7:55	67	0,07	59,70	
		4	7:52	69	0,07	57,97	
4	Castrol	4	7:56	66,5	0,07	60,15	60,26
		4	7:50	63	0,06	63,49	
		4	7:59	64,5	0,06	62,02	
		4	7:59	68,4	0,07	58,48	
		4	7:57	70	0,07	57,14	

Tabel 4.5 Merupakan hasil konsumsi bahan bakar yang diperoleh dalam pengujian dan perhitungan, jika dibuat dalam bentuk grafik didapat seperti grafik 4.9.



**Gambar 4.9** Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar

Dari gambar 4.9 dapat didapatkan bahwa dari hasil pengujian yang dilakukan dalam hubungan antara konsumsi bahan bakar terhadap jarak tempuh dengan masing-masing sampel oli menunjukkan semakin besar nilai KBB dalam km/liter maka semakin hemat konsumsi bahan bakar pada sepeda motor uji tersebut, dengan demikian didapatkan bahwa oli *Fastron Techno* memiliki nilai konsumsi bahan bakar tertinggi yakni 61,05 km/liter sehingga paling hemat dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar sampel oli yang lainnya, diikuti oli *Repsol Elite* 60,56 km/liter, *Castrol Magnatec* 60,26 km/liter, dan *Yamalube Sport* 58,94 km/liter.

Maka dapat disimpulkan bahwa oli *Fastron Techno* memiliki nilai konsumsi bahan bakar tertinggi dalam km/liter ini dapat dilihat pada grafik hubungan konduktivitas termal dan viskositas terhadap temperatur bahwa oli *Fastron Techno* memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi dan nilai viskositas yang encer, nilai konduktivitas termal yang tinggi mengindikasikan bahwa oli *Fastron Techno* dapat menghantarkan panas dengan baik dan menjadi paling baik dari semua jenis sampel oli uji, karena jika oli dapat menghantarkan panas dengan baik maka komponen mesin dapat bekerja dengan optimal sehingga konsumsi bahan bakar pun lebih



hemat, kemudian pada nilai viskositas oli *Fastron Techno* paling kecil atau paling encer hal ini membuat oli mampu melumasi komponen dengan optimal karena mampu masuk kecelah-celah tersempit dari komponen-komponen mesin mengingat mesin pada motor Vega ZR merupakan motor keluaran terbaru sehingga memiliki celah-celah mesin yang lebih rapat atau presisi. Namun keenceran juga harus sesuai standar yang telah ditetapkan oleh SAE, maka dengan nilai viskositas yang lebih encer membuat bagian-bagian komponen yang sempit dapat terlumasi sehingga komponen dapat bekerja dengan maksimal dan konsumsi bahan bakar menjadi lebih hemat.

Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Arisandi (2012) yaitu konsumsi bahan bakar pada penggunaan pelumas sintetis cenderung hemat dibandingkan pelumas semi sintetis dan mineral. Penelitian ini semakin valid jika dengan dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawan (2016) yang menyatakan bahwa sampel pelumas jenis sintetis yang mampu menempuh jarak paling jauh atau lebih hemat 12,5% dari pelumas mineral, sedangkan sampel pelumas jenis semi sintetis lebih hemat 8% dari pelumas mineral, dan penggunaan pelumas sintetis lebih hemat 4% dari pelumas semi sintetis.

Pada dasarnya konsumsi bahan bakar akan terpakai secara maksimal (efektif) ketika semua parameter bekerja secara maksimal. Untuk mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada tabel 4.4.

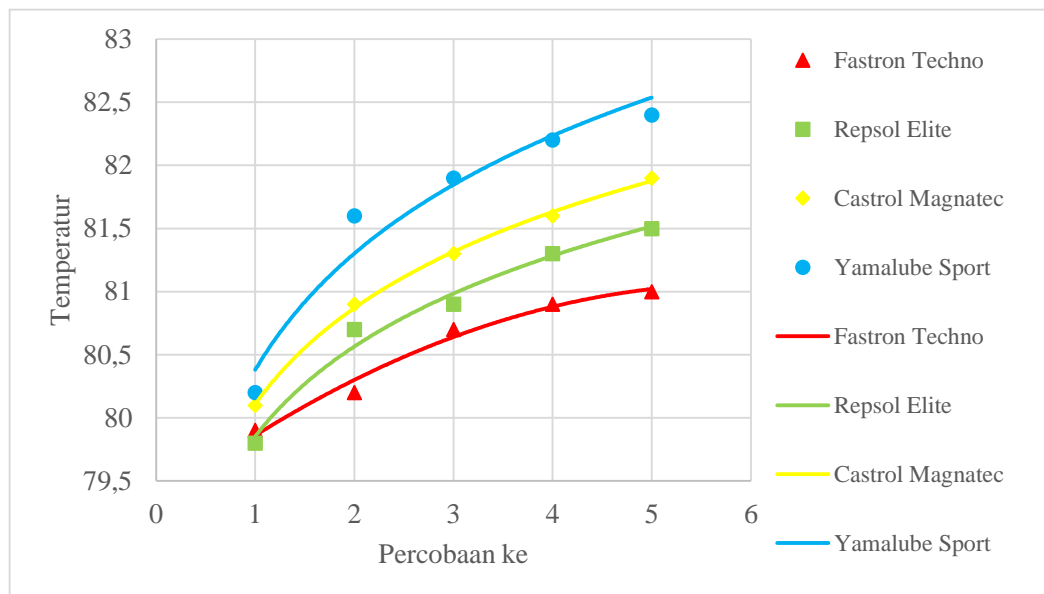
**Tabel 4.4** Perbandingan konsumsi bahan bakar

Perbandingan konsumsi bahan bakar (%)					
Fastron dengan Yamalube	Repsol dengan Yamalube	Castrol dengan Yamalube	Fastron dengan Castrol	Repsol dengan Castrol	Fastron dengan Repsol
3,6 %	2,7 %	2,2 %	1,3 %	0,5 %	0,8 %

Contoh perhitungan oli *Fastron Echno* dengan *Yamalube Sport* :

$$\begin{aligned}
 K_{bb}(\%) &= \left( \frac{\text{Konsumsi oli Fastron} - \text{Konsumsi Oli Yamalube}}{\text{Konsumsi oli Yamalbube}} \right) \times 100 \% \\
 &= \frac{61,5 \text{ liter} - 58,94 \text{ liter}}{58,94} \times 100 \\
 &= 3,6 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.4 menunjukkan konsumsi bahan bakar dengan persen (%), konsumsi bahan bakar oli *Fastron Techno* lebih hemat 3,6 % dari oli *Yamalube Sport*, konsumsi bahan bakar oli *Repsol Elite* lebih hemat 2,7 % dari oli *Yamalube Sport*, konsumsi bahan bakar oli *Fastron Techno* lebih hemat 1,3 % dari oli *Castrol Magnatec*, konsumsi bahan bakar oli *Repsol Elite* lebih hemat 0,5 % dari oli *Castrol Magnatec*, dan konsumsi bahan bakar oli *Fastron Techno* lebih hemat 0,8 % dari oli *Repsol Elite*. Kemudian pada saat pengujian dan pengukuran konsumsi bahan bakar di ukur juga temperatur oli seperti pada gambar 4.10 berikut.



**Gambar 4.10** Grafik temperatur oli saat pengukuran dan pengujian konsumsi bahan bakar

Dari gambar 4.10 didapatkan temperatur untuk oli *Fastron Techno* memiliki suhu yang paling dingin atau kecil sehingga ini mengindikasikan oli *Fastron Techno* mempunyai kemampuan pendinginan yang paling baik dari ketiga oli lainnya, sedangkan untuk oli *Repsol Elite* berada diposisi kedua, *Castrol Magnatec* berada diposisi ke tiga, dan *Yamalube Sport* berada diposisi terakhir.