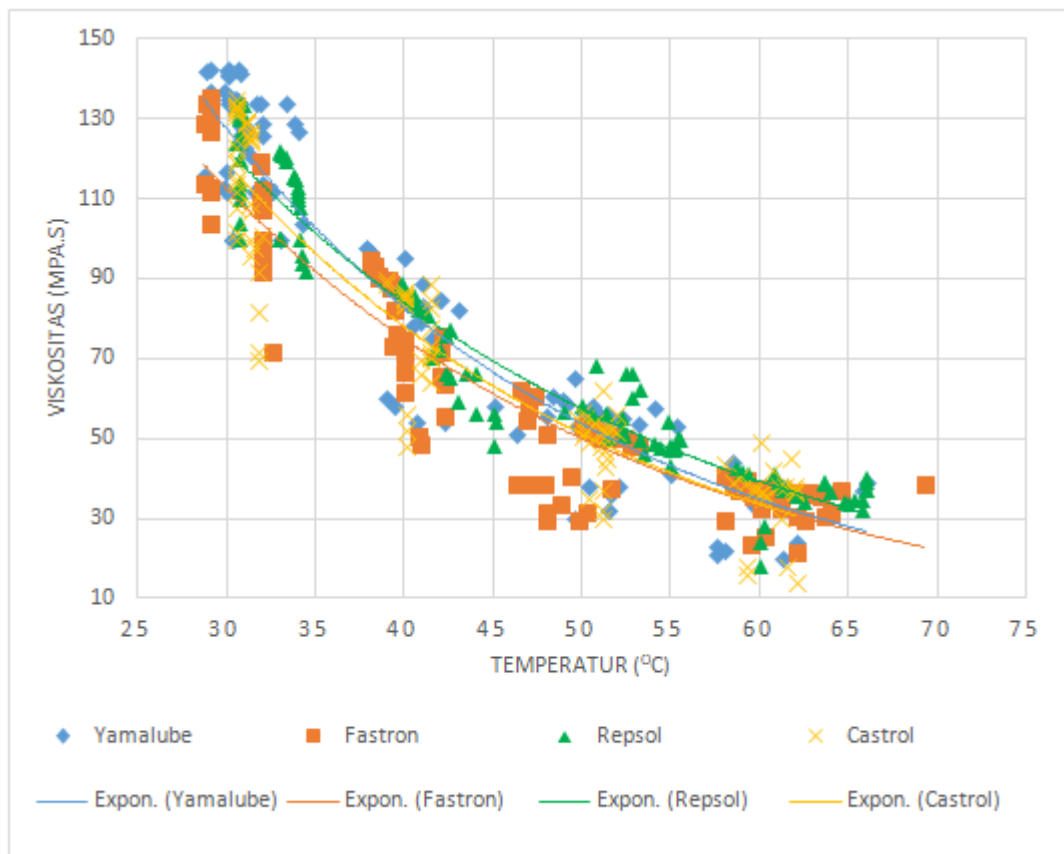


BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan Viskositas

Yamalube Sport 10W-40, Fastron Techno 10w-40, Repsol Elite 10w-40 dan Castrol Magnatec 10w-40. Dari beberapa viskositas minyak pelumas tersebut, didapat data hasil pengukuran dengan menggunakan variasi temperatur. Berikut grafik perbandingan viskositas dengan temperatur pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Viskositas terhadap Temperatur

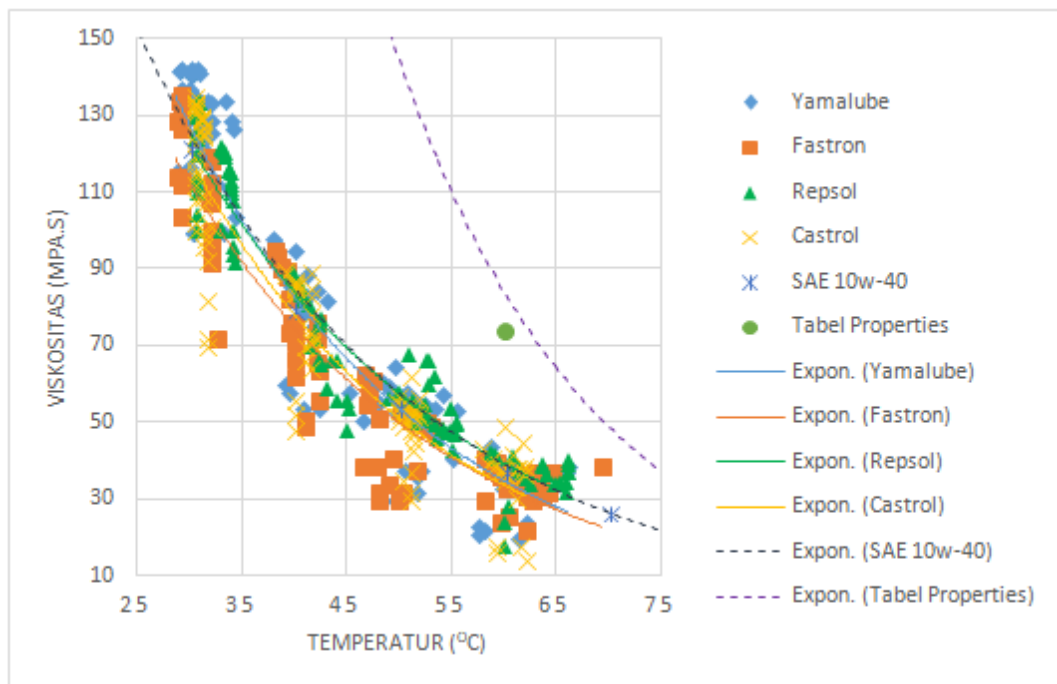
Perhitungan kecepatan perubahan viskositas yang terjadi pada pelumas merk Yamalube :

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

$$\mu = \frac{(142,4 - 20) \text{ mPa.s}}{(66 - 29,8) \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\mu = 3,381 \text{ mPa.s/}^\circ\text{C}$$

- a. Pada gambar 4.1 perubahan pada viskositas minyak pelumas yang diukur dengan variasi temperatur yang sama yaitu temperatur kamar, 30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C. Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa minyak pelumas mengalami penurunan viskositas seiring dengan kenaikan temperatur. Apabila dibandingkan dengan standar SAE 10w-40 dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Perubahan Viskositas dengan Tabel Properties A-13 dan SAE 10w-40

Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa dari data pengujian yang diperoleh dengan data yang telah ditentukan oleh tabel properties A-13 dan data SAE 10w-40, nilai dari viskositas ke empat pelumas yang digunakan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan yang terjadi pada temperatur. Pada temperatur tinggi, molekul-molekul yang terdapat pada minyak pelumas bergerak semakin cepat dan membuat ikatan antar molekul melemah sehingga menyebabkan minyak pelumas menjadi semakin encer. Hal ini sesuai dengan kurva SAE 10w-40 dan tabel properties bahwa semakin tinggi temperaturnya maka akan semakin kecil nilai viskositasnya dan akan mulai stabil pada suhu sekitar 65°C .

- b. Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa nilai viskositas dari minyak pelumas Yamalube Sport 10w-40 lebih tinggi dibandingkan dengan minyak pelumas Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec pada temperatur kamar. Nilai viskositas pada oli Yamalube Sport berada pada 142,4 mP.as, Fastron Techno 135,6 mP.as, Repsol Elite 133,4 mP.as, dan Castrol Magnatec 135 mP.as. Setelah temperatur dinaikkan, viskositas dari oli Yamalube Sport mengalami penurunan yang drastis dibandingkan dengan ketiga minyak pelumas lain yang berjenis sintetik. Berdasarkan teori yang menyatakan bahwa minyak pelumas yang baik adalah minyak pelumas yang kondisinya tidak terlalu berpengaruh terhadap temperatur, dapat disimpulkan bahwa pelumas bermerk Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec yang berjenis sintetik, memiliki viskositas yang baik terhadap temperatur dibanding minyak pelumas berjenis semi sintetik yaitu Yamalube Sport.
- c. Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa penurunan pada viskositas setelah temperatur naik. Sesuai dengan penelitian Wibowo (2016) yang menyatakan bahwa minyak pelumas berjenis sintetik memiliki kestabilan viskositas yang paling baik pada temperatur kerjanya dibanding minyak pelumas berjenis semi sintetik dan minyak pelumas berjenis mineral.

4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Konduktivitas Termal

Pengujian konduktivitas termal yang dilakukan dari empat sampel minyak pelumas yaitu Yamalube Sport, Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec. Dari hasil pengambilan data konduktivitas thermal dengan menggunakan alat ukur *Thermal Conductivity of Liquid and Gases P.A Hilton LTD H111H* diperoleh data berupa perbedaan temperatur antara temperatur *plug* dan *jacket* dengan varian pengujian yaitu berupa tegangan dan arus yang mengalir ke *heater*.

4.2.1 Perhitungan Konduktivitas Termal

Data hasil pengujian konduktivitas thermal diolah adengan perhitungan sebagai berikut :

Tegangan	= 88 V
Arus	= 0,176 A
Temperatur <i>Plug</i>	= 30,4 °C
Temperatur <i>Jacket</i>	= 27,6 °C

Perhitungan :

1. Elemental Heat Input

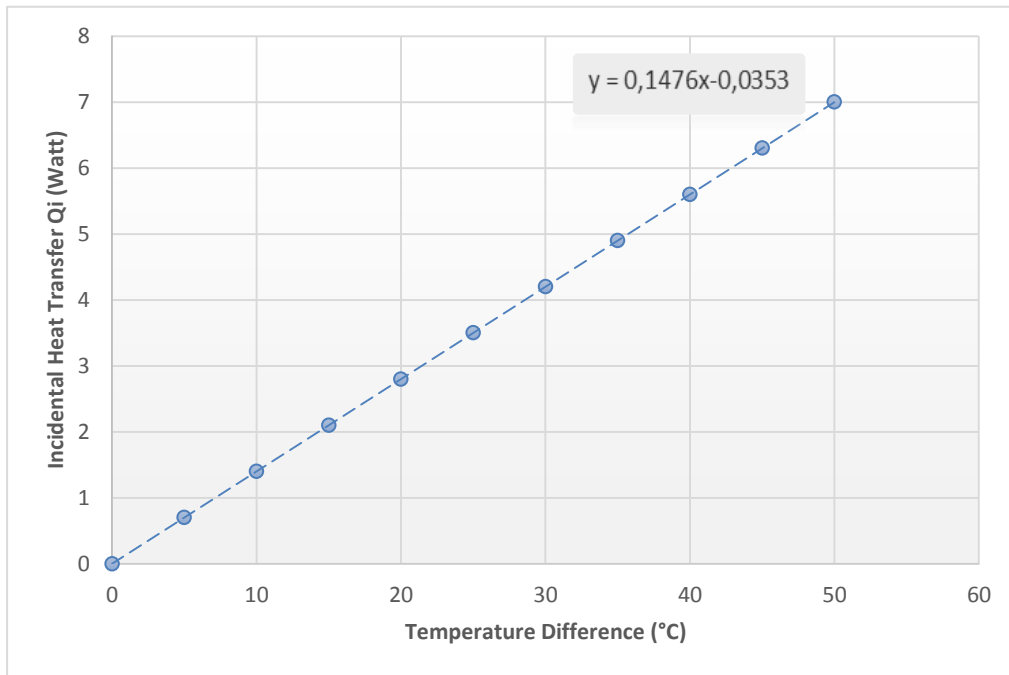
$$\begin{aligned} Q_e &= V \times I \\ &= 88 \text{ V} \times 0,176 \text{ A} \\ &= 15,488 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Temperature Different

$$\begin{aligned} \Delta t &= T_1 - T_2 \\ &= 30,4^\circ\text{C} - 27,6^\circ\text{C} \\ &= 2,8^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3. Conduction Heat Transfer Rate

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_e - Q_i \\ &= 15,488 \text{ W} - 0,377 \text{ W} \\ &= 15,11 \text{ Watt} \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Q_i terhadap Temperatur

Keterangan :

Q_i dari persamaan kalibrasi

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

$$y = 0,1476 (0,176) - 0,0353$$

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

4. Thermal Conductivity

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

Keterangan :

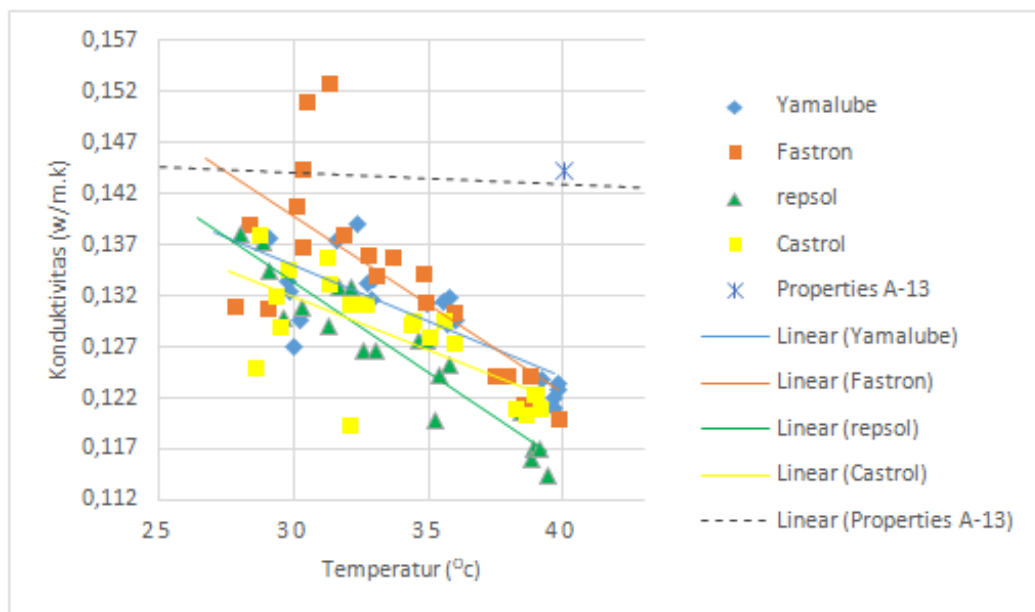
Δr = Radial Clearance, jarak Plug and Jacket sebesar $0,00034 \text{ m}^2$

$$A = \text{Luas efektif antara } Plug \text{ and } Jacket \text{ sebesar } 0,0133 \text{ m}^2$$

$$K = \frac{3242 \text{ W} \times 0,00034 \text{ m}}{0,013 \text{ m}^2 \times 1 \text{ K}}$$

$$K = 0,01755 \text{ W/m.K}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil konduktivitas termal minyak pelumas yang digunakan, kemudian dapat dilihat hasil perbandingan konduktivitas thermal dan temperatur seperti berikut :



Gambar 4.4 Konduktivitas Termal terhadap Temperatur dan Tabel A-13 terhadap Temperatur

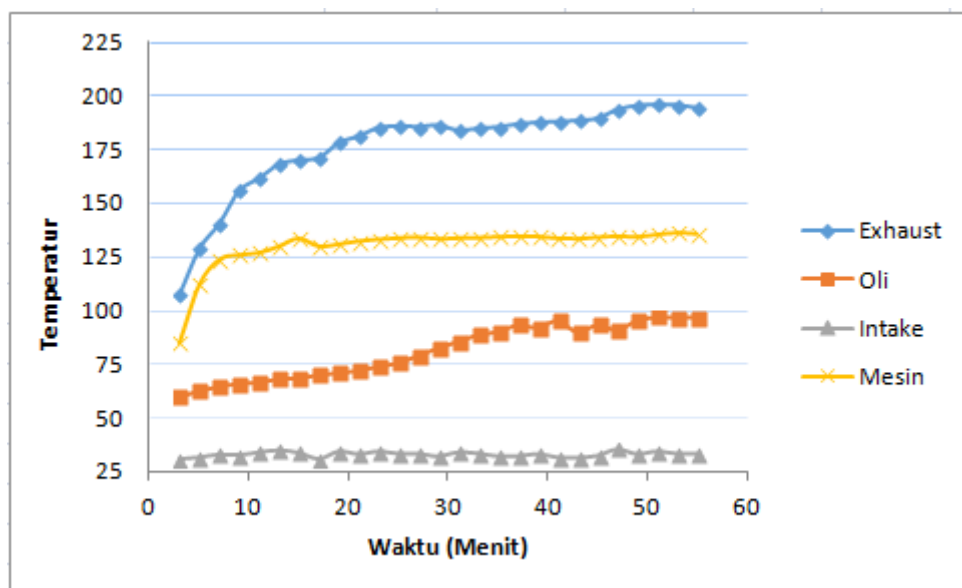
Dari gambar 4.4 tentang Konduktivitas terhadap Temperatur dapat diambil analisa bahwa :

- Dilihat pada grafik 4.4 nilai konduktivitas thermal terhadap temperatur dari semua sampel minyak pelumas yang diuji mengalami penurunan nilai konduktivitas thermal seiring dengan adanya kenaikan temperatur. Kurva pada tabel properties A-13, nilai konduktivitas pun turun seiring dengan adanya kenaikan temperatur.

- b. Dilihat pada grafik 4.4 nilai konduktivitas terendah ada pada minyak pelumas bermerk Repsol Elite yaitu pada temperatur 39°C nilai konduktivitas berada dikisaran $0,115 \text{ (W/m.K)}$, sedangkan pada ketiga merk pelumas yang lain yaitu Castrol Magnatec berada dikisaran $0,122 \text{ (W/m.K)}$, Fastron Techno $0,123 \text{ (W/m.K)}$, dan Yamalube Sport $0,125 \text{ (W/m.K)}$. Semakin tinggi nilai konduktivitas thermal pada suatu minyak pelumas, semakin baik pula daya hantar panas dari minyak pelumas tersebut. Semakin rendah konduktivitas thermal suatu minyak pelumas, maka minyak pelumas tersebut kurang baik dalam menghantarkan panas.

4.3 Hasil Pengukuran Temperatur Kerja Motor

Temperatur kerja motor didapat pada saat motor beroperasi dan temperatur motor stabil. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *thermocouple* yang dipasangkan pada empat titik yaitu Exhaust, Intake, Oli dan Mesin, serta dilakukan secara konstan pada kecepatan 40 Km/jam . Pengukuran dari temperatur kerja motor ini bertujuan agar mesin motor tidak mengalami *overheating* ketika pengambilan data untuk torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Berikut grafik hasil pengukuran temperatur kerja motor Scorpio Z 225cc :



Gambar 4.5 Grafik Temperatur Kerja Motor terhadap Waktu

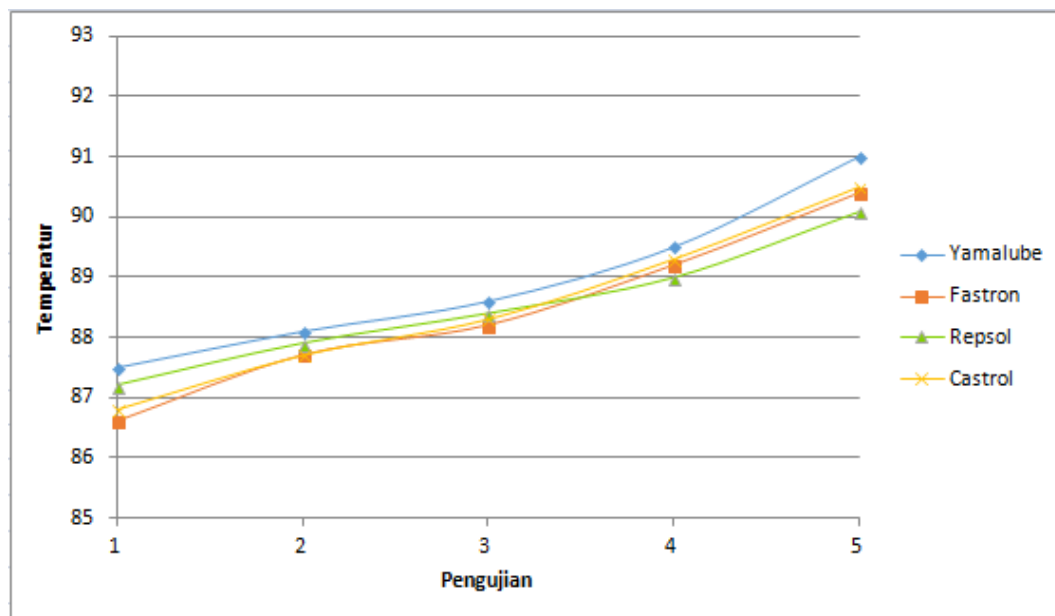
Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa ada keempat komponen diukur untuk mengetahui temperatur kerja motor yaitu Exhaust, Oli, Intake dan Blok mesin. Suhu stabil pada Exhaust yaitu berada dikisaran 185°C , suhu pada Oli 93°C , suhu pada Blok mesin 134°C dan suhu pada Intake $33,5^{\circ}\text{C}$.

4.4 Hasil Pengujian dan Pembahasan Torsi dan Daya

Berikut grafik dari hasil *Dynotest* yang dilakukan pada minyak pelumas Yamalube Sport, Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec dengan menggunakan bahan bakar Pertalite. Pengambilan data dimulai pada saat putaran mesin 6000 rpm, dan pengambilan data dari tiap minyak pelumas dilakukan sebanyak 5 kali pengujian :

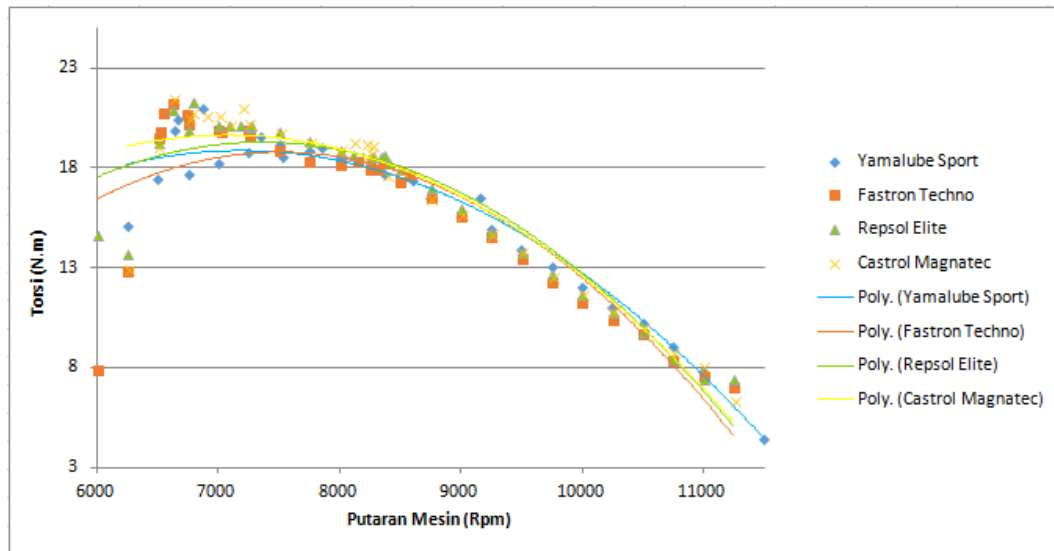
4.4.1 Pengaruh Minyak Pelumas terhadap Torsi

Pada pengujian torsi dilakukan pengukuran temperatur pada minyak pelumas yang digunakan. Berikut grafik dari temperatur minyak pelumas :



Gambar 4.6 Pengukuran Temperatur Minyak Pelumas Saat *Dynotest*

Pada gambar 4.6 dilihat bahwa adanya kenaikan temperatur tiap kali dilakukan percobaan, kenaikan pada temperatur diatas tidaklah melebihi temperatur kerja. Dapat diambil kesimpulan bahwa pada saat pengambilan data, mesin berada dalam keadaan suhu kerjanya yaitu sekitar 90⁰C.



Gambar 4.7 Grafik Putaran Mesin (Rpm) terhadap Torsi (N.m)

Tabel 4.1 Torsi Maksimal dari Minyak Pelumas

Sampel Oli	Rpm	Torsi Maksimum
Yamalube	6870	21,02
Fastron	6621	21,19
Repsol	6784	21,29
Castrol	6626	21,49

Contoh perhitungan kecepatan pada kenaikan torsi motor dari minyak pelumas merk Yamalube :

$$T = \frac{(Torsi \max - Torsi \min)}{(rpm \max - rpm \min)}$$

$$T = \frac{(21,02 - 3,91)}{(11500 - 6250)}$$

$$T = 0,003259 \text{ N.m/Rpm}$$

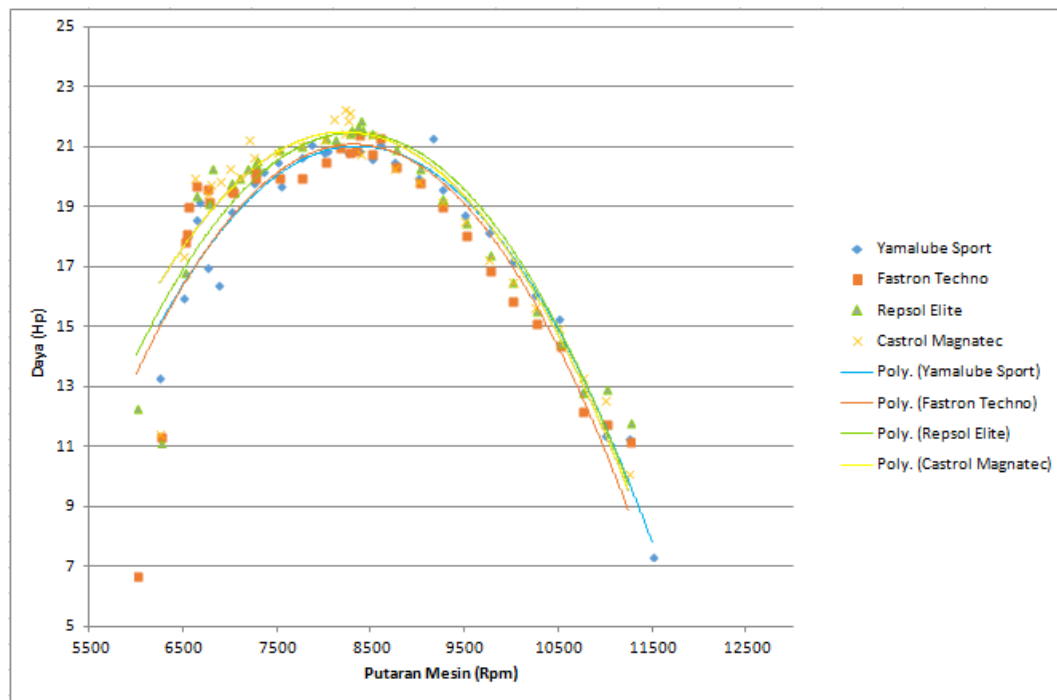
Gambar 4.7 memperlihatkan grafik kecepatan putaran mesin (rpm) terhadap torsi (N.m) yang dihasilkan pada sepeda motor merk Yamaha Scorpio Z 225cc dengan menggunakan minyak pelumas rekomendasi berjenis semi sintetis (Yamalube Sport) dan tiga jenis minyak pelumas sintetis (Fastron Techno, Repsol Elite, dan Castrol Magnatec). Pada Tabel 4.3 menunjukkan kecepatan perubahan torsi dari beberapa minyak pelumas. Dari data yang didapat, diambil analisis sebagai berikut :

- a. Pada gambar 4.7 dari keempat merk minyak pelumas dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan torsi terhadap putaran mesin (rpm). Torsi mengalami kenaikan pada saat putaran mesin 6000 rpm sampai dengan sekitar 7000 rpm, sedangkan penurunan pada torsi terjadi setelah 7000 rpm sampai dengan 11500 rpm.
- b. Pada tabel 4.3 Castrol Magnatec memiliki torsi maksimal yaitu 21,49 N.m pada putaran 6626 rpm, Repsol Elite memiliki torsi maksimal yaitu 21,29 N.m pada putaran 6784 rpm, Fastron Techno memiliki torsi maksimal yaitu 21,19 N.m pada putaran 6621 rpm dan Yamalube Sport memiliki torsi maksimal yaitu 21,02 N.m pada putaran 6870 rpm. Dapat dilihat bahwa ketiga minyak pelumas berjenis sintetis memiliki torsi yang lebih maksimal dibanding minyak pelumas berjenis semi sintetis. Castrol Magnatec memiliki torsi tertinggi dan Yamalube Sport memiliki torsi terendah pada saat dilakukan pengujian pada sepeda motor Yamaha Scorpio Z 225cc. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak pelumas berjenis sintetis dapat memberikan pengaruh terhadap torsi yang lebih maksimal dibandingkan dengan minyak pelumas berjenis semi sintetis. Hasil pengujian ini sama dengan penelitian dari Inang (2017) bahwa

- pengaruh minyak pelumas sintetis lebih baik dibanding dengan minyak pelumas semi sintetis dalam torsi mesin.
- c. Viskositas rendah dari minyak pelumas menghasilkan torsi yang tinggi, hal ini terjadi dikarenakan minyak pelumas yang melumasi komponen mesin dengan lapisan yang tipis sehingga kinerja pada mesin menjadi ringan dan dapat menghasilkan torsi tertinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bayu (2017) yang menyebutkan bahwa viskositas yang rendah akan menghasilkan torsi yang semakin tinggi karena pelumasan pada komponen mesin lebih tipis dan tidak menghambat kinerja mesin.
 - d. Konduktivitas thermal pada minyak pelumas sintetis dan minyak pelumas semi sintetis tidak terdapat perbedaan nilai konduktivitas thermal yang signifikan. Hal ini menyebabkan torsi yang dihasilkan dari setiap minyak pelumas tidak ada perbedaan yang terlalu signifikan pula. Dari hasil yang didapatkan bahwa nilai konduktivitas thermal tetaplah berpengaruh terhadap torsi tetapi tidak selalu menentukan tinggi atau rendahnya torsi, dikarenakan torsi tertinggi yang didapat bukanlah pada minyak pelumas dengan nilai konduktivitas tertinggi ataupun nilai konduktivitas terendah.

4.4.2 Pengaruh Minyak Pelumas terhadap Daya

Pengujian daya pada sepeda motor bermerk Yamaha Scorpio Z 225cc dengan menggunakan ketiga minyak pelumas sintetis Fastron Techno, Repsol Elite, Castrol Magnatec dan minyak pelumas semi sintetis rekomendasi perusahaan yaitu Yamalube Sport dengan menggunakan bahan bakar pertalite. Pengambilan data dimulai pada putaran mesin 6000 sampai putaran 11500. Pengujian ini dilakukan pada temperatur kerja dengan kondisi motor standard perusahaan. Hasil pada pengujian dapat dilihat pada grafik :



Gambar 4.8 Grafik Putaran Mesin (Rpm) terhadap Daya (Hp)

Tabel 4.2 Daya Maksimal dari Minyak Pelumas

Sampel Oli	Rpm	Daya Maksimum
Yamalube	9155	21,3
Fastron	8355	21,4
Repsol	8368	21,9
Castrol	8221	22,3

Contoh perhitungan kecepatan kenaikan daya motor pada minyak pelumas bermerk Yamalube :

$$T = \frac{(Daya \max - Daya \min)}{(rpm \max - rpm \min)}$$

$$T = \frac{(21,03 - 6,4)}{(11500 - 6000)}$$

$$T = 0,0027 \text{ N.m/Rpm}$$

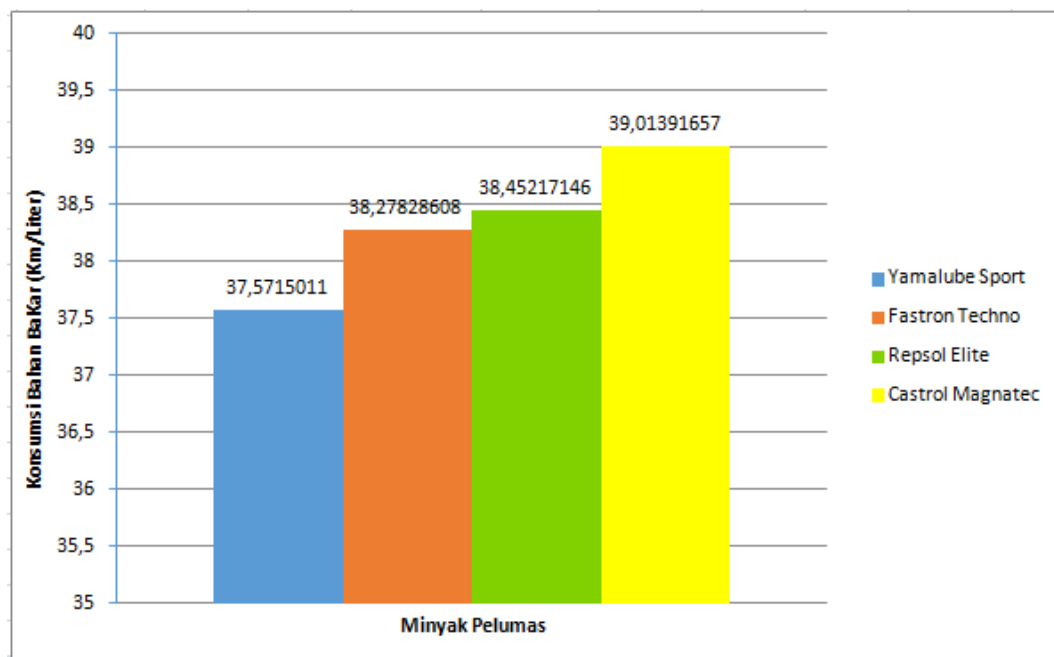
Gambar 4.8 memperlihatkan grafik kecepatan putaran mesin (rpm) terhadap daya (Hp) yang dihasilkan sepeda motor bermerk Scorpio Z 225cc dengan menggunakan ketiga minyak pelumas sintetik (Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec) dan minyak pelumas berjenis semi sintetik (Yamalube Sport). Pada Tabel 4.4 menunjukkan perubahan kecepatan kenaikan daya dari beberapa minyak pelumas. Dari data yang didapat, diambil analisis sebagai berikut :

- a. Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa dari keempat merk minyak pelumas, terjadi kenaikan daya (Hp) terhadap putaran mesin (Rpm). Daya mengalami kenaikan pada saat putaran 6000 rpm sampai dengan putaran 8500 rpm. Penurunan daya terlihat pada putaran 8500 rpm sampai dengan putaran 11500 rpm.
- b. Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa minyak pelumas bermerk Castrol Magnatec memiliki daya tertinggi yaitu 22,3 Hp, Repsol Elite 21,9 Hp, Fastron Techno 21,4 Hp dan Yamalube Sport 21,3 Hp. Dari data yang didapat, ketiga merk minyak pelumas berjenis sintetik memiliki pengaruh lebih besar terhadap daya dibanding dengan minyak pelumas berjenis semi sintetik. Hal ini sesuai dengan penelitian Rahmawan (2016) bahwa dalam hal melumasi komponen mesin, minyak pelumas sintesis lebih baik dibanding minyak pelumas semi sintetik dan minyak pelumas mineral.
- c. Viskositas minyak pelumas berpengaruh pada daya yang dihasilkan, hal ini dikarenakan minyak pelumas dengan viskositas terendah dapat menghasilkan daya tertinggi. Dilihat pada gambar 4.8 minyak pelumas bermerk Castrol Magnatec (sintetik) memiliki daya tertinggi dengan viskositas terendah jika dilihat pada gambar 4.1 dan Tabel 4.1 tentang nilai viskositas. Hal ini disebabkan pelumas melapisi komponen mesin dengan tipis sehingga pada pergerakan mesin gaya tahanan fluida kecil dan dapat menghasilkan daya tertinggi.
- d. Konduktivitas thermal pada minyak pelumas jenis semi sintetik dan sintetik tidaklah memiliki perbedaan nilai konduktivitas yang signifikan. Pada dasarnya semakin besar suatu nilai konduktivitas thermal semakin pula daya yang dihasilkan. Jika dilihat pada daya yang dihasilkan, daya

tertinggi bukan didapat oleh minyak pelumas dengan nilai konduktivitas tertinggi atau nilai konduktivitas terendah. Daya tertinggi didapat oleh minyak pelumas sintetik yang memiliki penurunan nilai konduktivitas paling stabil. Hasil ini sesuai dengan penelitian Bayu (2017) nilai konduktivitas terendah tidaklah selalu menghasilkan daya terendah.

4.5 Pengujian dan Pembahasan Konsumsi Bahan Bakar

Berikut merupakan hasil dari pengujian dan perhitungan pada konsumsi bahan bakar ketiga minyak pelumas sintetik yaitu Fastron Techno, Repsol Elite, Castrol Magnatec dan minyak pelumas semi sintetik rekomendasi yaitu Yamalube Sport. Sepeda motor yang digunakan yaitu Yamaha Scorpio Z 225cc, pengujian dilakukan dengan jarak tempuh 4 km dengan kecepatan konstan 40km/jam. Dapat dilihat pada grafik 4.9 :



Gambar 4.9 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar pada Minyak Pelumas

Contoh perhitungan pada Konsumsi Bahan Bakar :

$$K_{bb} = v/s$$

v = Volume bahan bakar yang digunakan (l)

s = Jarak tempuh

Diketahui :

v = 106,4 ml = 0,1064

s = 4km

$$K_{bb} = \frac{4 \text{ KM}}{0,1064 \text{ liter}}$$

$$= 37,57 \text{ Km/liter}$$

Tabel 4.3 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dari Minyak Pelumas

Minyak Pelumas	Kbb (Km/ltr)	Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar (%)					
		Fastron - Yamalube	Repsol - Yamalube	Castrol - Yamalube	Repsol - Fastron	Castrol - Fastron	Repsol - Castrol
Yamalube	37,57	1,86%	2,34%	3,83%	0,47%	1,93%	1,45%
Fastron	38,27						
Repsol	38,45						
Castrol	39,01						

Perhitungan Fastron Techno dengan Yamalube Sport :

$$K_{bb} (\%) = \left(\frac{Kbb \text{ Fastron Techno} - Kbb \text{ Yamalube Sport}}{Kbb \text{ Yamalube Sport}} \right) \times 100\%$$

$$K_{bb} (\%) = \frac{38,27 \text{ liter} - 37,57 \text{ liter}}{37,57 \text{ liter}} \times 100\%$$

$$= 1,86 \%$$

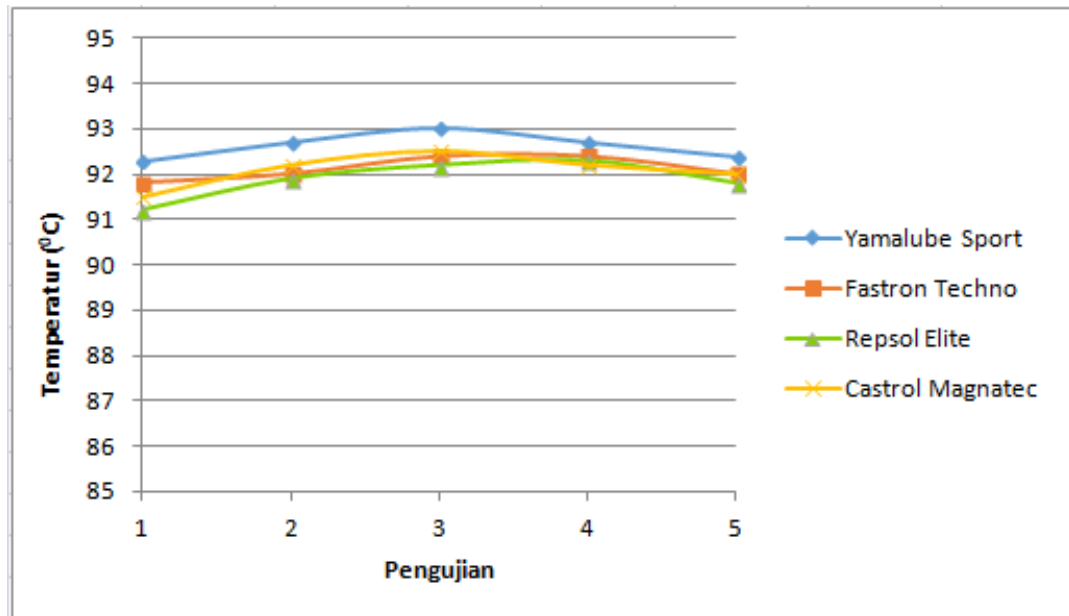
Pada gambar 4.9 menunjukkan hasil dari konsumsi bahan bakar dengan menggunakan ketiga minyak pelumas (Fastron Techno, Repsol Elite, Castrol Magnatec) dan minyak pelumas semi sintetis rekomendasi yaitu Yamalube Sport.

Berikut adalah analisa pada konsumsi bahan bakar :

- a. Pada gambar 4.9 menunjukkan bahwa minyak pelumas sintetik memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih hemat dibanding minyak pelumas semi sintetik. Castrol Magnatec memiliki konsumsi bahan bakar 39,01 km/liter, Repsol Elite 38,45 km/liter, Fastron Techno 38,27 km/liter dan yang terakhir minyak pelumas rekomendasi berjenis semi sintetik yaitu Yamalube Sport 37,57 km/liter.
- b. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar terhemat didapat oleh penggunaan minyak pelumas sintetik bermerk Castrol Magnatec. Dari data yang di dapat minyak pelumas berjenis sintetik memiliki efisiensi bahan bakar lebih tinggi dibandingkan dengan minyak pelumas berjenis semi sintetik. Efisiensi konsumsi bahan bakar tertinggi terdapat pada perbandingan minyak pelumas Castrol Magnatec – Yamalube Sport yaitu 3,83%.
- c. Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa ketiga minyak pelumas berjenis sintetik yaitu Fastron Techno, Repsol Elite dan Castrol Magnatec menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih irit dibandingkan dengan minyak pelumas berjenis semi sintetik yaitu Yamalube Sport. Perbedaan konsumsi bahan bakar antar minyak pelumas tidak terlalu signifikan baik minyak pelumas sintetik maupun semi sintetik. Hal ini menunjukkan minyak pelumas sintetik mampu memberikan pengaruh efisiensi konsumsi bahan bakar lebih baik dibanding dengan minyak pelumas berjenis semi sintetik dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Sesuai dengan penelitian dari Arisandi (2012) minyak pelumas berjenis sintetik memiliki dampak yang baik dalam penghematan bahan bakar hal ini dikarenakan dapat melumasi permukaan dengan lebih baik pada saat temperatur rendah atau temperatur tinggi.

4.5.1 Temperatur Saat Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pengukuran temperatur pada minyak pelumas. Berikut adalah grafik temperatur :



Gambar 4.10 Temperatur Minyak Pelumas Saat Uji Konsumsi Bahan Bakar

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa temperatur minyak pelumas yang di ukur pada saat akan dilakukan pengujian konsumsi bahan bakar cenderung stabil. Temperatur minyak pelumas tersebut tidak melebihi temperatur kerja dan temperatur minyak pelumas berada pada kisaran $90^{\circ}\text{C} - 93^{\circ}\text{C}$.