

PENGARUH PENGGUNAAN BERBAGAI MEREK PELUMAS TERHADAP TINGKAT PANAS *ENGINE* PADA SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH

Ari Yulianda¹, Hasan Maksu², Donny Fernandez³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

ary_yulianda@yahoo.com

Intisari - Peningkatan kendaraan bermotor akan berdampak pada peningkatan kebutuhan pelumas. Hipotesis penelitian adalah terdapat pengaruh berbagai merek pelumas terhadap tingkat panas *engine* pada sepeda motor empat langkah.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan berbagai pelumas terhadap tingkat panas *engine* pada sepeda motor empat langkah. Pengujian dilakukan pada tanggal 30 Desember 2014 dengan menggunakan Honda Supra X 125 sebagai objek penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah minyak pelumas yaitu Federal Oil, TOP 1, Pertamina Enduro, Shell, dan Castrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat panas *engine* dari sepeda motor Honda Supra X 125. Dan variabel kontrol dari penelitian ini adalah putaran *engine* (RPM) dari sepeda motor Honda Supra X 125 yaitu 1400 RPM, 2000 RPM, 2600 RPM, dan 3500 RPM. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dari masing-masing pelumas dan putaran *engine* (RPM).

Hasil penelitian tingkat panas *engine* Honda Supra X 125 dari beberapa pelumas yang digunakan didapatkan rata-rata suhu *engine*, yaitu pada saat menggunakan pelumas Federal Oil pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 103,9 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* 111,9 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* 118,85 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* 124,95 °C. Untuk pelumas TOP 1 pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 104,85 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* 112,65 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* 120,05 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* 126,4 °C. Untuk pelumas Pertamina Enduro pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 104,3 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* 111,65 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* 118,9 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* 125,85 °C. Untuk pelumas Shell pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 103,6 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* 110,45 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* 116,85 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* 123,6 °C. Dan untuk pelumas Castrol pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 104,1 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* 111,55 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* 118,85 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* 125,35 °C.

Kata Kunci - Pelumas, Tingkat Panas Engine.

Abstract - Improvement of motor vehicles will have an impact on improving lubricant needs. The research hypothesis is that there is the effect of various brands of lubricants on the level of heat engines on motorcycles four steps.

This study used an experimental method. This study is intended to determine how much influence the use of various lubricants on the level of heat engines on motorcycles four steps. Testing was conducted on December 30, 2014 with a Honda Supra X 125 as an object of research. The independent variable in this study is that the Federal Oil lubricating oil, TOP 1, Pertamina Enduro, Shell, and Castrol. The dependent variable in this study is the rate of heat engine of Honda Supra X 125. And the control variables of this research is the engine speed (RPM) of Honda Supra X 125 ie 1400 RPM, 2000 RPM, 2600 RPM and 3500 RPM. Testing was done 2 times of each lubricant and engine speed (RPM).

The results of the research engine heat levels Honda Supra X 125 from some lubricant used obtained an average temperature of the engine, which is when they use the Federal Oil lubricant on round 1400 RPM engine temperature 103.9 °C, to round 2000 RPM engine temperature 111.9 °C, and to round 2600 RPM engine temperature 118.85 °C, and to round 124.95 3500 RPM engine temperature °C. For lubricant TOP 1 on lap 104.85 1400 RPM engine temperature °C, to round 2000 RPM engine temperature 112.65 °C, and to round 2600 RPM engine temperature 120.05 °C, as well as for the 3500 round of 126.4 RPM engine temperature °C. For Pertamina lubricant on lap Enduro 1400 RPM engine temperature 104.3 °C, to round 2000 RPM engine temperature 111.65 °C, and to round 2600 RPM engine temperature 118.9 °C, and to round 125.85 3500 RPM engine temperature °C. For Shell lubricants in the 1400 round of 103.6 RPM engine temperature °C, to round 2000 RPM engine temperature 110.45 °C, and to round 2600 RPM engine temperature 116.85 °C, and to round 3500 RPM engine temperature of 123.6 °C. And for Castrol lubricants at 1400 RPM rotation engine temperature 104.1 °C, to round 2000 RPM engine temperature 111.55 °C, and to round 2600 RPM engine temperature 118.85 °C, and to round 3500 RPM engine temperature 125.35 °C.

Keywords - Lubricants, Level Heat Engine.

A. Pendahuluan

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut Badan Pusat Statistik 2008-2012 di Indonesia khususnya Sumatera Barat jenis sepeda motor setiap tahunnya mengalami peningkatan (lampiran 1 dan 2). Pada tahun 2008 jumlah sepeda motor 92,26%, tahun 2009 sebanyak 78,37%, tahun 2010 sebanyak 79,42%, tahun 2011 sebanyak 80,42%, dan tahun 2012 sebanyak 80,94% dari jumlah semua kendaraan.

Peningkatan jumlah sarana transportasi di daerah perkotaan mengakibatkan terjadinya kemacetan yang mana pada saat terjadi kemacetan temperatur mesin cenderung meningkat dan dapat merugikan masyarakat dari segi ekonomi, waktu dan lingkungan sehingga dibutuhkan pelumas yang bagus untuk mengatasi hal tersebut.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor terutama pada jenis sepeda motor akan berdampak pada peningkatan kebutuhan minyak pelumas. Dalam pengoperasiannya engine sepeda motor diharuskan menggunakan pelumas. Pelumasan pada motor merupakan hal yang sangat penting untuk kelangsungan motor agar tetap dapat bekerja dengan baik tanpa ada bagian-bagian yang rusak karena gesekan. Apabila sistem pelumasan mengalami gangguan maka akan terjadi peningkatan pada suhu engine.

Untuk mengetahui pengaruh tingkat panas engine terhadap berbagai merek pelumas yang digunakan pada sepeda motor Honda Supra X 125.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah model *Eksperiment* dengan jenis *Pretest-Posttest Control Group Design* (Sugiyono 2013:72).

1. Defenisi Operasional
 - a. Dalam penelitian ini pelumas yang digunakan adalah Federal Oil, TOP 1, Pertamina Enduro, Shell, dan Castrol dengan SAE yang sama yaitu 10W-40.
 - b. Tingkat panas engine adalah suhu mesin yang akan menyebabkan menurunnya viskositas pelumas.
2. Instrument Penelitian
 - a. Rpm tester untuk mengukur putaran mesin.
 - b. *Thermometer Digital* untuk mengukur tingkat suhu.
 - c. *Stopwatch* untuk mengukur waktu pengujian.
3. Prosedur Pengujian
Prosedur dalam melakukan penelitian ini yaitu:
 - a. Siapkan satu unit sepeda motor Honda Supra X 125 yang akan digunakan untuk penelitian.

- b. Mengecek kondisi motor khususnya mesin motor dan pastikan dalam kondisi baik, karena pengujian akan dilakukan pada bagian mesin.
- c. Siapkan pelumas yang akan digunakan, yaitu Federal Oil, Top 1, Pertamina Enduro, Shell, dan Castrol.
- d. Siapkan *Thermometer Digital* yang digunakan untuk mengukur tingkat panas engine berdasarkan masing-masing pelumas.
- e. Siapkan *stopwatch* yang digunakan untuk menghitung waktu pengujian.
- f. Nyalakan engine sampai mencapai temperatur kerja normal.
- g. Lakukan pengujian tingkat panas engine berdasarkan masing-masing minyak pelumas yang digunakan. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali, kemudian ambil rata-rata tingkat panas engine dari masing-masing minyak pelumas yang digunakan tersebut berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Saat mengganti pelumas dilakukan pengurusan hingga pelumas yang diganti tidak ada yang tertinggal didalam engine yaitu dengan cara memiringkan sepeda motor ke kiri sampai pelumas tidak keluar lagi dan kemudian memiringkan sepeda motor ke kanan sampai pelumas juga tidak keluar lagi, selanjutnya sepeda motor di biarkan selama 10 menit.
- h. Siapkan tabel yang akan digunakan untuk pengambilan data penelitian.

4. Teknik Analisa Data

Mendiagnosis data dengan rumus dari Lipson (1973: 138) menyatakan:

$$t_2 = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(nx-1)s_x^2 + (ny-1)s_y^2}{nx+ny-2} \sqrt{\frac{1}{nx} + \frac{1}{ny}}}}$$

Dimana:

T_2 = Harga t untuk sampel yang berbeda

H_0 : $(\mu_x - \mu_y) = 0$

\bar{x} = Rata - rata sampel ke-1

\bar{y} = Rata - rata sampel ke-2

S_x^2 = Standar deviasi sampel 1

S_y^2 = Standar deviasi sampel 2

n_x dan n_y = Jumlah sampel

C. Teori Dasar

Menurut M. Arisandi (2012): "Pelumas adalah zat kimia yang umumnya cairan yang diberikan diantara dua buah benda yang bergerak untuk mengurangi gaya gesek".

Sedangkan menurut Jalius Jama, dkk “pelumasan adalah proses memberikan minyak pelumas diantara dua permukaan yang bergesek, semua permukaan komponen yang bergerak seharusnya dalam keadaan basah oleh bahan pelumas”.

Menurut John B. Heywood (1988: 740) fungsi minyak pelumas adalah:

- Reduce the frictional resistance of the engine to a minimum to ensure maximum mechanical efficiency.*
- Protect the engine against wear.*
- Contribute to cooling the piston and regions of the engine where friction work is dissipated.*
- Remove all injurious impurities from lubricated regions.*
- Hold gas and oil leakage (especially in the ring region) at an acceptable minimum level.*

1. Additive Minyak Pelumas

Menurut Pulkrabek (2004: 369) tipe aditif minyak pelumas yaitu:

a. Antifoam agents

These reduce the foaming that would result when the crankshaft and other components rotate at high speed in the crankcase oil sump.

b. Oxidation inhibitors

Oxygen is trapped in the oil when foaming occurs, and this leads to possible oxidation of engine components. One such additive is zink dithiophosphate.

c. Pour-point depressant

d. Antirust agents

e. Detergents

These are made from organic salts and metallic salts. They help keep deposits and impurities in suspension and stop reactions that form varnish and other surface deposits. They help neutralize acid formed from sulfur in the fuel.

f. Antiwear agents

g. Friction reducers

h. Viscosity index improvers

2. Teori Tingkat Panas Engine

Menurut Nurcahyati (2007) dalam jurnalnya:

“Tingkat keadaan dalam ruang bakar gas engine sangat dipengaruhi oleh sejumlah energi kimia yang dikandung dalam campuran udara-bahan bakar, equivalent ratio, compression ratio, spark ignition, beban dan kecepatan mesin, serta perubahan volume akibat pergerakan

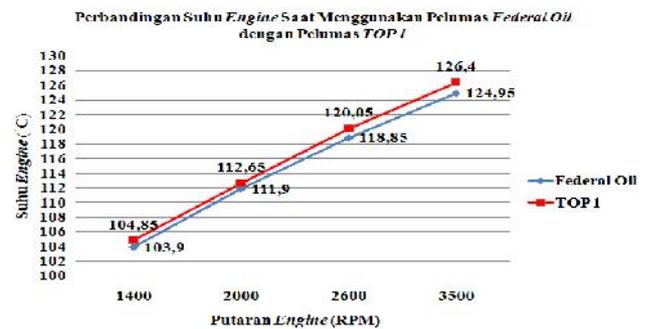
piston. Yang dimaksud dengan tingkat keadaan disini adalah tekanan dan temperatur.”

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Perbandingan suhu engine pelumas Federal Oil dengan TOP 1

Tabel 14. Hasil pengujian tingkat panas engine menggunakan uji t menggunakan pelumas federal oil dengan pelumas TOP1

Putaran	\bar{x}	\bar{y}	N_x	N_y	S_x	S_y	T_{tes}	T tabel	Signifikan
1400	104,85	103,9	4	4	0,045	0,49	4,451	2,132	Signifikan
2000	112,65	111,9	4	4	0,367	1,062	1,661	2,132	Tidak Signifikan
2600	120,65	118,85	4	4	0,551	0,45	1,845	2,132	Tidak Signifikan
3500	126,4	124,95	4	4	0,577	0,285	4,504	2,132	Signifikan



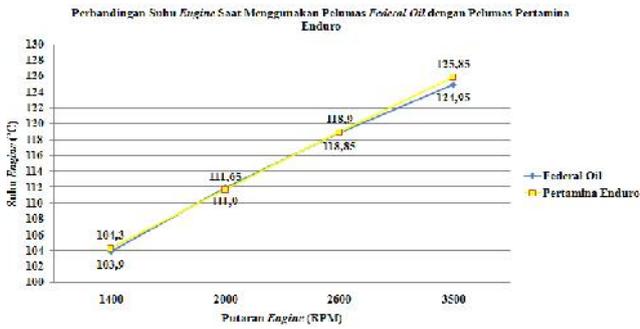
Gambar 8. Grafik pengujian suhu engine menggunakan pelumas Federal Oil dengan TOP 1

Berdasarkan grafik pada gambar 9 diatas dapat dilihat perbandingan antara pelumas Federal Oil dengan pelumas TOP 1, yang mana pelumas Federal Oil dapat mengurangi suhu engine dari berbagai putaran engine yaitu, putaran 1400 RPM suhu engine mencapai 103,9 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu engine mencapai 111,9 °C, untuk putaran 2600 RPM suhu engine mencapai 118,85 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu engine mencapai 124,95 °C.

2. Perbandingan suhu engine pelumas Federal Oil dengan Pertamina Enduro

Tabel 15. Hasil pengujian tingkat panas engine menggunakan uji t menggunakan pelumas federal oil dengan pelumas Pertamina Enduro

Putaran	\bar{x}	\bar{y}	N_x	N_y	S_x	S_y	T_{tes}	T tabel	Signifikan
1400	104,2	103,9	4	4	0,164	0,49	0,632	2,132	Tidak Signifikan
2000	111,65	111,9	4	4	0,266	1,062	0,472	2,132	Tidak Signifikan
2600	113,9	118,85	4	4	0	0,45	0,222	2,132	Tidak Signifikan
3500	125,65	124,95	4	4	0,367	0,285	3,869	2,132	Signifikan



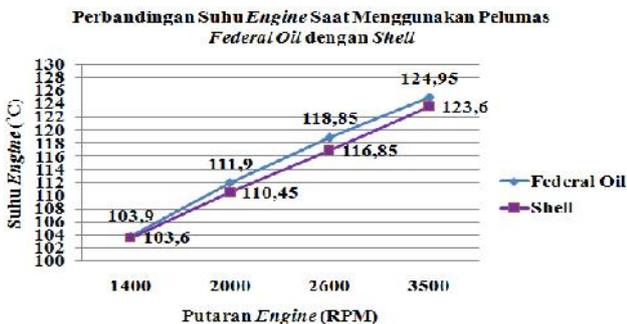
Gambar 9. Grafik pengujian suhu *engine* menggunakan pelumas Federal Oil dengan Pertamina Enduro

Berdasarkan grafik pada gambar 10 diatas dapat dilihat perbandingan antara pelumas Federal Oil dengan pelumas Pertamina Enduro, yang mana pelumas Federal Oil dapat mengurangi peningkatan suhu *engine* dari beberapa putaran *engine* yaitu, putaran 1400 RPM suhu *engine* mencapai 103,9 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* mencapai 118,85 °C, dan untuk putaran 3500 suhu *engine* mencapai 124,95 °C. Sedangkan pelumas Pertamina Enduro dapat mengurangi suhu *engine* untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* mencapai 111,65 °C.

3. Perbandingan suhu *engine* pelumas Federal Oil dengan Shell

Tabel 16. Hasil pengujian tingkat panas engine menggunakan uji *t* menggunakan pelumas federal oil dengan pelumas Shell

Analisis Data Pengujian Tingkat Panas Engine									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	N_x	N_y	s_x	s_y	T_{tes}	T tabel	Signifikan
1400	103,5	103,9	4	4	0,327	0,49	1,019	2,132	Tidak Signifikan
2000	110,45	111,9	4	4	0,512	1,062	4,099	2,132	Signifikan
2600	116,85	118,85	4	4	0,122	0,45	8,581	2,132	Signifikan
3500	123,5	124,95	4	4	0,409	0,286	5,411	2,132	Signifikan



Gambar 10. Grafik pengujian suhu *engine* menggunakan pelumas Federal Oil dengan Shell

Berdasarkan grafik pada gambar 11 diatas dapat dilihat perbandingan antara pelumas Federal Oil dengan pelumas Shell, yang mana pelumas Shell dapat menjaga peningkatan suhu *engine* dari berbagai putaran *engine* yaitu, putaran 1400 RPM suhu *engine* mencapai 103,6 °C, untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* mencapai 110,45 °C, dan untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* mencapai 116,85 °C, serta untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* mencapai 123,6 °C.

4. Perbandingan suhu *engine* pelumas Federal Oil dengan Castrol

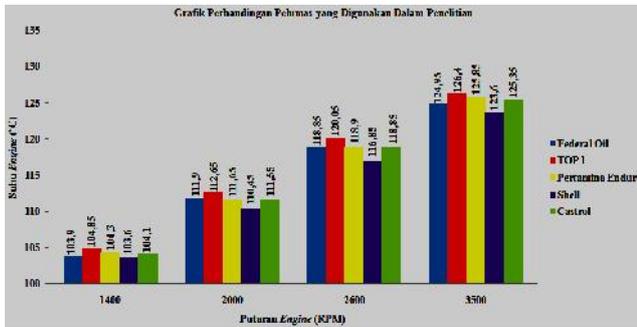
Tabel 17. Hasil pengujian tingkat panas engine menggunakan uji *t* menggunakan pelumas federal oil dengan pelumas Castrol

Analisis Data Pengujian Tingkat Panas Engine									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	N_x	N_y	s_x	s_y	T_{tes}	T tabel	Signifikan
1400	104,1	103,9	4	4	0,409	0,49	0,527	2,132	Tidak Signifikan
2000	111,55	111,9	4	4	0,367	1,062	0,98	2,132	Tidak Signifikan
2600	118,35	118,85	4	4	0,205	0,45	0	2,132	Tidak Signifikan
3500	123,35	124,95	4	4	0,122	0,286	2,573	2,132	Signifikan



Gambar 11. Grafik pengujian suhu *engine* menggunakan pelumas Federal Oil dengan Castrol

Berdasarkan grafik pada gambar 12 diatas dapat dilihat perbandingan antara pelumas Federal Oil dengan pelumas Castrol, yang mana pelumas Federal Oil dapat menjaga suhu *engine* dari beberapa putaran *engine* yaitu, putaran 1400 RPM suhu *engine* mencapai 103,9 °C dan untuk putaran 3500 RPM suhu *engine* mencapai 124,95 °C. Pelumas Castrol dapat mengurangi suhu *engine* untuk putaran 2000 RPM suhu *engine* mencapai 111,55 °C. Sedangkan kedua pelumas sama-sama dapat mengurangi suhu *engine* untuk putaran 2600 RPM suhu *engine* mencapai 118,85 °C.



Gambar 12. Grafik pengujian suhu *engine* dari seluruh pelumas yang digunakan dalam penelitian

Berdasarkan grafik pada gambar 13 diatas dapat dilihat bahwa pelumas Shell dapat menghasilkan suhu *engine* yang rendah dibandingkan dengan pelumas lain yang digunakan dalam penelitian dan dapat menjaga suhu *engine* Honda Supra X 125.

E. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian muka, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pelumas Shell memberikan tingkat panas *engine* terendah dalam semua putaran *engine* (RPM) yang dilakukan, yaitu pada putaran 1400 RPM suhu *engine* 103,6 °C, untuk putaran *engine* 2000 RPM suhu *engine* 110,45 °C, untuk putaran *engine* 2600 RPM suhu *engine* 116,85 °C, dan untuk putaran *engine* 3500 RPM suhu *engine* 123,6 °C. Pelumas Shell dapat menjaga dan mengatasi tingkat panas *engine* yang berlebihan dibandingkan dengan pelumas lainnya.
- b. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan uji *t* taraf signifikan 5 % maka didapatkan nilai dari berbagai pelumas, untuk pelumas TOP 1 saat dibandingkan dengan minyak pelumas Federal Oil pada putaran *engine* 1400 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 4,451 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan), pada putaran *engine* 2000 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 1,681 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran *engine* 2600 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 1,846 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), dan pada putaran *engine* 3500 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 4,504 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan). Pelumas Pertamina Enduro dibandingkan dengan Federal Oil pada putaran *engine* 1400 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0,632 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran *engine* 2000 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0,472 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran

engine 2600 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0,222 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan) dan pada putaran *engine* 3500 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 3,869 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan). Pelumas Shell dibandingkan dengan Federal Oil pada putaran *engine* 1400 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 1,019 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran *engine* 2000 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 4,099 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan), pada putaran *engine* 2600 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 8,581 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan) dan pada putaran *engine* 3500 RPM nilai $t_{hitung} 5,411 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan). Pelumas Castrol dibandingkan dengan Federal Oil pada putaran *engine* 1400 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0,627 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran *engine* 2000 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0,98 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan), pada putaran *engine* 2600 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 0 < t_{tabel} 2,132$ (tidak signifikan) dan pada putaran *engine* 3500 RPM didapatkan nilai $t_{hitung} 2,573 > t_{tabel} 2,132$ (signifikan).

2. Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Untuk menjaga kondisi *engine* pada Honda Supra X 125 sebaiknya menggunakan pelumas Shell karena dapat menjaga dan mengatasi tingkat panas *engine* yang berlebihan pada Honda Supra X 125.
- b. Sebaiknya peneliti lain juga melakukan penelitian pada suhu kerja *engine* Honda Supra X 125 FI.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Agus Sugiyono, dkk. (2013). *Outlook Energi Indonesia 2013*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- 2) Anton L. Wartawan. (1998). *Pelumas Otomotif dan Industri*. Jakarta: Balai Pustaka.
- 3) Badan Pusat Statistik. 2012. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 2008-2012*. Pada www.bps.go.id. (diakses 8 April 2014).
- 4) Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. 2013. *Statistik Daerah Provinsi Sumatera Barat Tahun 2013*. Pada www.sumbar.bps.go.id. (diakses 18 Juli 2014).
- 5) Buku PT. Topindo Atlas Asia. (2010). *Basic Lubricant Technology*. Jakarta.
- 6) Castrol. *Castrol Magnatec 5W-30*. Pada www.castrol.com. (diakses 14 Agustus 2014).

- 7) Eko Priyanda. (2014). *Perbandingan Panas Mesin Untuk Beberapa Merk Minyak Pelumas Pada Sepeda Motor Matic Yamaha Mio*. Skripsi tidak diterbitkan.
- 8) Enduro 4T. *Pelumas Bermutu Tinggi Untuk Motor 4 Tak Masa Kini*. Pada www.pertamina.com. (diakses 22 Juli 2014).
- 9) Ganesan, V. (2004). *Internal Combustion Engine*. Asia: McGraw-Hill Education.
- 10) Gupta, H. N. (2009). *Fundamentals of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Privated Limited.
- 11) Hasan Maksun, dkk. (2012). *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press Padang.
- 12) Heywood, Jhon B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United States of America: Mc Graw-Hill.
- 13) Iben Agusra. (2014). *Perbandingan Pemakaian Beberapa Jenis Minyak Pelumas Terhadap Tingkat Panas Engine Pada Toyota Avanza Mesin K3-VE 1300 CC Tahun 2013*. Skripsi tidak diterbitkan.
- 14) Ireng Sigit Atmanto. (2000). *Pengaruh Suhu Kerja Mesin Terhadap Viskositas Minyak Pelumas*. Gema Teknologi Vol. 11 Tahun 2000.
- 15) Jalius Jama dan Wagino. (2008). *Teknologi Sepeda Motor jilid 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- 16) Komarudin dan Razul Harfi. *Analisa Pengaruh Variasi Viskositas Pelumas Terhadap Perubahan Temperatur Pada Simulator Alat Uji Pelumas Bantalan*.
- 17) Lipson. (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments*. Tokyo Japan: Mc Graw-Hill Kogakhusa, Ltd.
- 18) M. Arisandi, dkk (2012). *Analisa Pengaruh Bahan Dasar Pelumas Terhadap Viskositas Pelumas dan Konsumsi Bahan Bakar*. Jurnal Momentum, Vol. 8, No. 1, April 2012: 56-61.
- 19) Nurcahyati. (2007). *Prediksi Temperatur Ruang Bakar Gas Engine Menggunakan Metode Newton Raphson*. Volume 9 No. 2, Desember 2007.
- 20) Pulkrabek, Williard D. (2004). *Engineering Foundamental Of The Internal Combustion Engine*. New jersey: University of The Wisconsin.
- 21) Rizky Hardiyatul Maulida dan Erika Rani. (2010). *Analisis Karakteristik Pengaruh Suhu dan Kontaminan Terhadap Viskositas Oli Menggunakan Rotary Viscometer*. Jurnal Neotrino Vol. 3, No 1, Oktober 2010.
- 22) Shell Advance 4T. (2011). *Shell Ramaikan Pasar Oli Dengan Advance 4T*. Pada www.swa.co.id. (diakses 22 Juli 2014).
- 23) Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- 24) Sugiyono. (2012). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- 25) Toyota. (1972). *Materi Pembelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- 26) [26]Universitas Negeri Padang. (2010). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: UNP Press.
- 27) Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.