

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan Pengujian

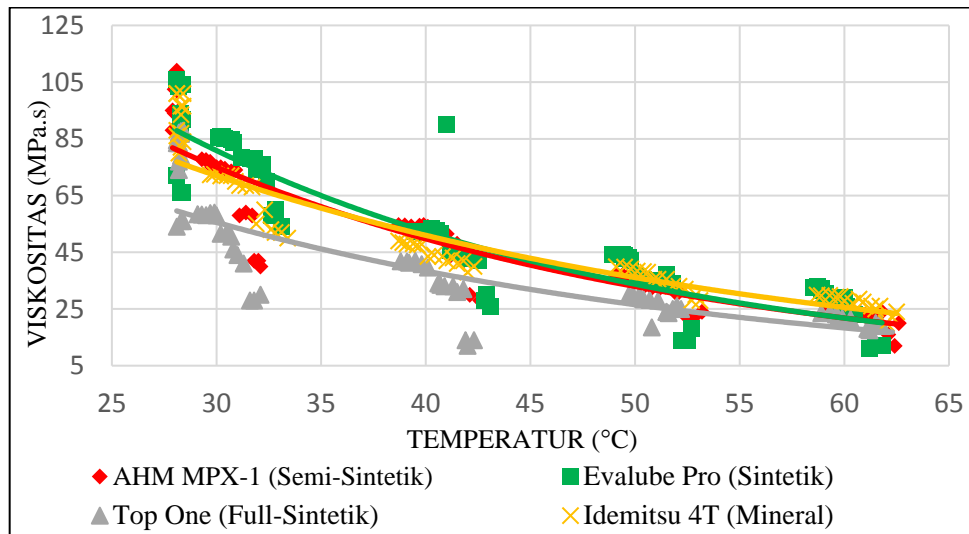
Hasil data dari sebuah eksperimen dengan berbagai metode telah dilaksanakan, data tersebut nantinya akan di olah kembali menghasilkan suatu bentuk perhitungan, perbandingan serta analisa secara terperinci. Menjelaskan perhitungan ini membutuhkan beberapa sumber rumus, menjelaskan perbandingan antar sampel satu dengan lainnya mempunyai nilai tambah akan keunggulan sampel masing-masing, serta menjelaskan analisis merupakan suatu proses sederhana, penjelasan dan padat terhadap beberapa sampel yang telah di uji.

4.2 Hasil Data Pengujian Viskositas

Nilai viskositas dari masing-masing sampel pelumas memiliki perbedaan yang sedikit signifikan karena sampel yang di uji memiliki karakteristik jenis yang berbeda-beda meliputi *mineral*, *semi-synthetic*, *synthetic* dan *full-synthetic*. Tetapi untuk karakteristik SAE nya semua sampel pelumas yang di uji memiliki kesamaan yaitu SAE 10W-30. Hasil data pengukuran viskositas ini dihasilkan dengan memakai alat *Viscometer type NDJ 8S*.

4.2.1 Pengaruh Viskositas Terhadap Temperatur

Berdasarkan jenis kekentalan / SAE, sampel yang di uji adalah 10W-30 atau masuk dalam katategori *Multigrade*. Dimana 10W yang mengatikan jenis ini memiliki kemampuan pelumasan dari suhu -20°C sampai suhu 10°C dan penomoran 30 tersebut adalah nilai *viscosity* nya. Pada **Gambar 4.1** dibawah ini semua sampel mengalami penurunan seiring bertambahnya temperatur / kenaikan suhu. Suhu yang di uji meliputi suhu kamar $\pm 28^{\circ}\text{C}$ dan suhu rekomendasi 30°C , 40°C , 50°C dan 60°C terhadap beberapa sampel pelumas



Gambar 4.1 Perubahan Viskositas Terhadap Temperatur

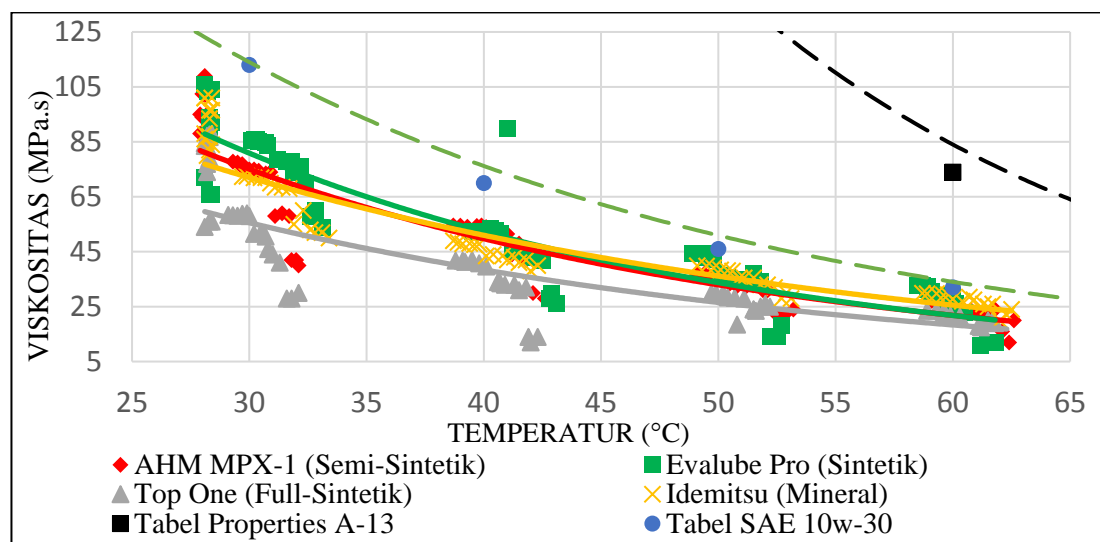
Pada hasil kekentalan berdasarkan viskositas paling tinggi ke rendah, sampel oli *Evalube pro* berada paling kental diantara sampel oli yang lainnya dengan suhu ruangan sekitar 28°C, memiliki viskositas tertinggi 106 MPa.s, dan seiring kenaikan suhu maka kekentalan dari sampel ini menurun dengan suhu sekitar 61,2°C yang memiliki viskositas terendahnya 11 MPa.s. Pada sampel oli *Ahm MPX-1* untuk kekentalan berada di posisi kedua dengan suhu kamar sekitar 28°C memiliki viskositas tertinggi 104 MPa.s dan viskositas terendahnya 12 MPa.s pada suhu 62,4°C. Kemudian disusul sampel oli *Idemitsu 4T* dengan viskositas yang dimiliki paling tinggi adalah 101 MPa.s, dengan suhu kamar 28,1°C dan viskositas terendahnya adalah 20 MPa.s pada suhu sekitar 62°C. Terakhir sampel oli *Top One* memiliki viskositas tertinggi 87,9 MPa.s dengan suhu ruangan 28,4°C dan viskositas terendahnya adalah 12 MPa.s pada suhu 42°C.

Dapat disimpulkan bahwa sampel yang paling baik / konstan adalah sampel oli merk *Idemitsu 4T* meski nilai kekentalan dibawah semi-sintetik dan sintetik tetapi pada kenaikan suhu jenis *mineral* ini masih baik dalam menjaga sensitivitas kekentalannya, dikarenakan pada suhu kamar sampai dengan suhu diatas 60°C nilai viskositasnya tidak terlalu turun secara signifikan, ini berarti pada cuaca yang panas pun nilai kekentalan pada jenis *Mineral* ini masih awet sekaligus menjaga mesin tetap pada suhu konstannya (tetapi bersifat sebentar),

dan jenis *Mineral* ini digunakan hanya untuk keseharian saja dan tidak bisa untuk perjalanan jauh. Dan pada sampel paling encer adalah sampel oli *Top One* daripada sampel oli ketiganya tetapi masih baik dalam menjaga nilai viskositasnya, dikarenakan jenis ini adalah *full-synthetic* dilihat dari kandungan yang dimiliki 100% murni dari bahan *additive* dengan bahan dasar PAOs dan *Ester* dan tidak ada campuran *base oil / mineral*. Maka itulah penyebab keenceran dari pelumas ini. Menurut (Hidayat, 2008) Dapat dikatakan bahwa jika suatu minyak pelumas memiliki viskositas yang rendah maka partikel-partikel / molekul tersebut akan mudah terlepas akibat besarnya kecepatan dan tekanan dari bagian-bagian yang bergerak dan saling bergesekan antar satu sama lain tersebut. Misalnya pada mesin sekalipun, jika viskositas nya rendah / encer maka ketika mesin bergerak dalam keadaan cepat maka akan terjadi sensitivitas gesekan dan mempercepat keausan secara langsung dari bagian-bagian tersebut.

4.2.2 Analisa Viskositas Terhadap Nilai SAE dan Tabel Propertis A-13

Pada analisa ini ditentukan perbandingan antara nilai viskositas pada beberapa sampel dengan nilai standarisasi grafik SAE 10W-30 dan di bandingkan pula pada *Tabel Properties-13* dari *Engine Oil* :



Gambar 4.2 Perubahan Viskositas, SAE 10W30, dan Propertis A-13 Terhadap Temperatur

Pada grafik diatas, SAE 10W-30 berada pada temperatur 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°C dan temperatur pada propertis A-13 adalah 20°, 40°, 60°, 80°C dan masing-masing memiliki nilai tersendiri. Dilihat dari **Gambar 4.2** disimpulkan bahwa rata-rata nilai viskositas dari beberapa jenis sampel meliputi *Synthetic*, *Semi-synthetic*, *Full-synthetic*, maupun *Mineral* mempunyai nilai dibawah nilai SAE 10W-30 dalam artian nilai viskositas beberapa sampel masih memasuki / berada pada standarisasi SAE tersebut. Pada tabel propertis ini adalah untuk menentukan nilai kekentalan oli mesin / *engine oil* dimana kekentalan menentukan daya dan torsi mesin yang dapat dicapai, semakin kental oli maka daya yang dikeluarkan semakin besar.

4.2.3 Perubahan Nilai Viskositas Sampel

Nilai viskositas sangat dipengaruhi oleh suhu, maka dari itu setiap sampel mempunyai karakteristik berbeda beda, dibawah ini merupakan rincian perubahan nilai viskositas dengan rumus sebagai berikut :

Contoh perhitungan prosentase penurunan nilai viskositas sampel *Evalube Pro* :

$$\begin{aligned} \text{Prosentase (\%)} &= \frac{(\mu \max - \mu \min) \text{ MPa.s}}{(t \max - t \min) ^\circ\text{C}} \\ &= \frac{(106 \text{ MPa.s} - 11) \text{ MPa.s}}{(61.2 - 28,1)^\circ\text{C}} \\ &= 2,870 \text{ MPa.s/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Dan dapat dijabarkan masing-masing sampel pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perubahan Nilai Viskositas Sampel

Sampel Oli	Temperatur Terendah (°C)	Temperatur Tertinggi (°C)	Viskositas Terendah (Mpa.s)	Viskositas Tertinggi (Mpa.s)	Perubahan Nilai Viskositas (Mpa.s/°C)
<i>Evalube Pro</i>	28,1	61,2	11	106	2,87
<i>MPX-1</i>	28,1	62,4	12	104	2,682
<i>Idemitsu 4T</i>	28,1	62	20	101	2,389
<i>Top One</i>	28,4	62	12	87.9	2,258

Dilihat dari **Tabel 4.1** diatas dapat ditemukan bahwa suatu ketahanan nilai kekentalan terhadap suhu bukan dilihat berdasarkan SAE nya, dan tidak bisa pula dilihat dari API nya. Karena pada umumnya meski SAE dan API nya sama tetapi kualitas pelumas nya berbeda, karena adanya jenis dari masing-masing pelumas yang berbeda. Dapat diketahui yang mempunyai nilai konsistensi terhadap suhu dari ke 4 sampel diatas adalah *Top one* dengan perubahan nilai viskositasnya 2,258 MPa.s/°C, dengan artian bahwa jenis *full-synthetic* ini mempunyai efektifitas yang baik, maka tidak salah jika jenis ini bisa digunakan untuk berkendara pada jarak yang jauh dan memiliki kestabilan dalam menjaga kekentalan pelumasnya dari pada sintetik yang memiliki perubahan nilai viskositasnya sebesar 2,870 (MPa.s/°C).

4.3 Hasil Data Pengujian Konduktivitas Termal

Pada hasil eksperimen dari konduktivitas termal mengartikan bahwa bagaimana kualitas dari masing-masing sampel yang akan diuji meski berbeda jenis untuk bisa menunjukkan kesolidan dalam hal menghantarkan panas. Pada pengujian ini memakai alat *Thermal Conductivity of Liquid and Gases Unit P.A Hilton LTD H111H*, dengan variasi tegangan (V) dan mempunyai temperatur 1 (*plug*) dan temperatur 2 (*jacket*) pada masing-masing sampel uji.

4.3.1 Perhitungan Konduktivitas Termal

Dari hasil pengujian konduktivitas termal kemudian data diolah dengan perhitungan sebagai berikut :

Temperatur <i>Plug</i>	= 30,7°C
Temperatur <i>Jacket</i>	= 28,1°C
Tegangan	= 84 Volt
Kuat Arus	= 0,167 Ampere

Perhitungan :

1. *Elemen Heat Input*

$$Q_e = V \cdot I \dots\dots\dots (2.4)$$

$$= 84 \text{ V} \times 0,167 \text{ A}$$

$$= 14,028 \text{ Watt}$$

2. *Temperature Different*

$$\Delta t = T1 - T2 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$= 30,7^\circ\text{C} - 28,1^\circ\text{C}$$

$$= 303,7 \text{ K} - 301,1 \text{ K}$$

$$= 2,6 \text{ K}$$

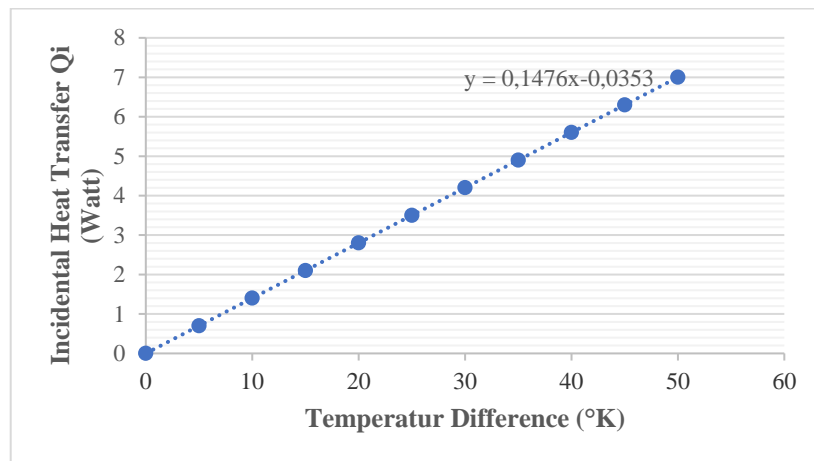
3. *Conduction Heat Transfer Rate*

$$Q_c = Q_e - Q_i \dots\dots\dots (2.6)$$

$$= 14,028 \text{ Watt} - 0,348 \text{ Watt}$$

$$= 13,680 \text{ Watt}$$

Keterangan : Q_i didapat dari grafik kalibrasi Q_i gambar 4.1



Gambar 4.3 Kalibrasi Q_i

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

$$y = 0,1476(2.6) - 0,0353$$

$$y = 0,348 \text{ Watt}$$

4. *Thermal Conductivity*

$$K = \frac{Q_c \cdot \Delta r}{A \cdot \Delta t} \dots\dots\dots (2.7)$$

Δr = Radial clearance, jarak antara *plug* dan *jacket* sebesar 0,34

A = Luas efektif antara *plug* dan *jacket* sebesar 0,0133

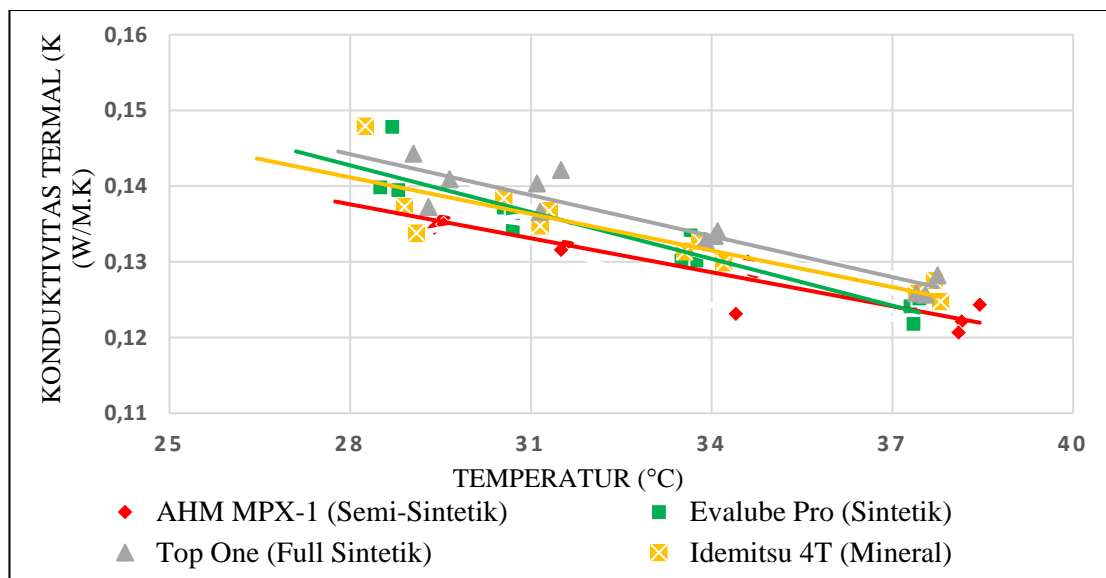
$$K_{fluida} = \frac{13.680 \text{ Watt} \times 0,00034 \text{ m}}{0,0133 \text{ m}^2 \times 2.6 \text{ K}}$$

$$= 0,135 \text{ W/m.K}$$

4.3.2 Pengaruh Konduktivitas Termal Terhadap Temperatur

Pada prinsipnya konduktivitas termal merupakan suatu metode transfer suatu zat fluida dalam berbentuk partikel yang mengantarkan fluida tersebut dari satu daerah (panas) ke daerah yang sama (dingin) dalam artian konduktivitas ini tanpa perantara dalam mengantarkan suatu zat, hanya perbedaan temperatur saja, dimana temperatur yang panas akan di sedot oleh temperatur yang dingin.

Hasil perhitungan sebelumnya adalah salah satu contoh dari percobaan sampel *Evalube Pro*, dimana akan dimuat dalam satu grafik sebagai berikut :



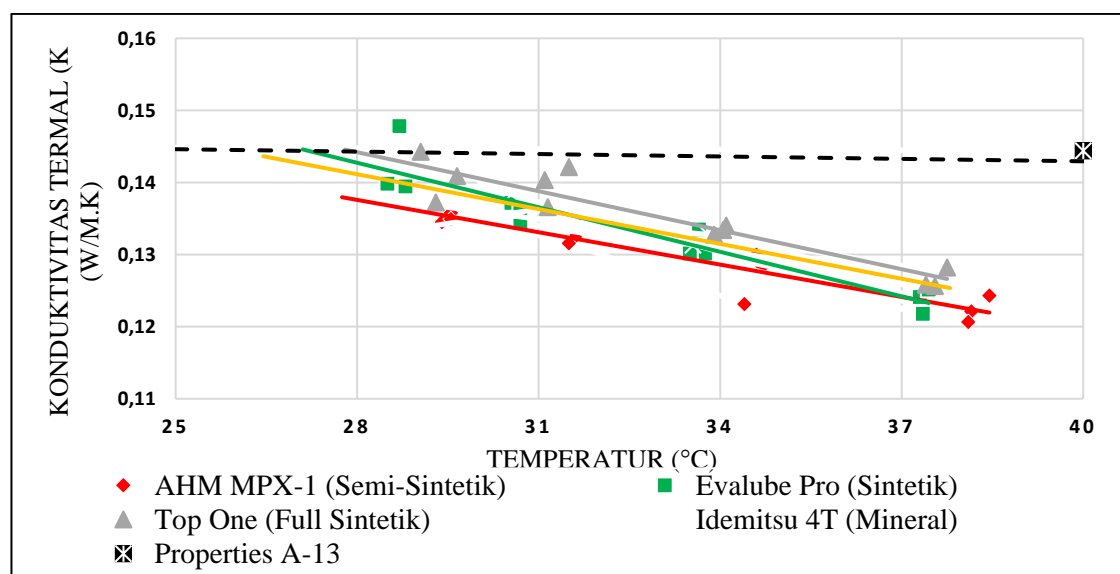
Gambar 4.4 Perubahan Konduktivitas Termal Terhadap Temperatur

Dapat dikatakan bahwa nilai konduktivitas yang tinggi menunjukkan bahwa pelumas tersebut baik dalam menghantarkan panas, sedangkan untuk sifat pelumas yang baik adalah pelumas yang memiliki nilai konduktivitas yang stabil. Turunnya nilai konduktivitas juga diiringi dengan kenaikan dari temperatur. Pada **Gambar 4.4** grafik diatas dinyatakan bahwa pelumas *Top One* jenis *full-synthetic* memiliki nilai konduktivitas tertinggi dari pada *semi-synthetic*, *synthetic*, maupun *mineral*, dan untuk kenaikan temperatur juga jenis *full-synthetic* ini mempunyai kestabilan dalam menjaga kekentalannya, sehingga dapat diketahui bahwa pada

saat mesin berada pada suhu tinggi pun, nilai kekentalan dari jenis ini cukup baik dan konsisten. Pada pelumas *Evalube Pro* jenis *synthetic* ini nilai konduktivitas cukup baik, tetapi akan menurun secara signifikan terhadap kenaikan temperatur, tentu akan tidak baik terhadap kinerja di dalam mesin, jika mesin mencapai suhu yang panas. Lain halnya pada pelumas *Idemitsu 4T* jenis *Mineral* dengan nilai konduktivitas nya cukup baik dan jika suhu dinaikkan maka nilai konduktivitasnya lebih baik dari pada jenis *synthetic*. Dan yang paling rendah nilai konduktivitasnya adalah jenis *semi-synthetic*. Perlu diketahui bahwa pelumas adalah fluida zat cair, dan menurut teori zat cair sangat buruk untuk penghantar panas, dan sangat baik pada isolator panas.

4.3.3 Analisis Konduktivitas Termal Terhadap Propertis A-13

Analisa pada beberapa sampel terhadap tabel propertis A-13 dari *Engine Oil* adalah untuk memastikan bahwa pelumas tersebut mengharuskan berada dibawah standarisasi propertis konduktivitasnya. Pada hasil temperatur menggunakan temperatur rata-rata hasil dari T1 (*plug*) dan T2 (*jacket*), dan dari sinilah dapat ditentukan besarnya kenaikan suhu juga mempengaruhi nilai konduktivitasnya.



Gambar 4.5 Perubahan Konduktivitas dengan Propertis A-13 Terhadap Temperatur

Dapat dilihat dari **Gambar 4.5** dapat diketahui bahwa konduktivitas termal dari propertis A-13 pada suhu 0°C memiliki nilai konduktivitas sebesar 0,1469 (W/m.K) serta pada suhu tertinggi 80°C adalah 0,1380 (W/m.K) berdasarkan *Engine Oil*. Sedangkan untuk nilai konduktivitas dari pelumas berdasarkan nilai rata-ratanya yang tertinggi dari pada jenis pelumas lainnya adalah jenis *full-sythetic* dari merk pelumas *Top One* sebesar 0,135 (W/m.K). Menyangkut hal ini *Top One* mempunyai ke stabilisasi yang baik, bukan hanya menjaga kekentalan dari naiknya suhu, tetapi dalam hal menghantarkan panas juga sangat baik ketimbang *semi-synthetic*, *synthetic* maupun *mineral*. Ini suatu keunggulan juga bagi mesin kendaraan yang akan dipergunakan pada jarak yang cukup jauh, karena jenis ini akan mempertahankan keawetan kekentalan serta menstabilkan panasnya. Disisi lain *full-synthetic* ini memiliki struktur molekul dan partikel-partikelnya yang stabil dan seimbang disbanding dengan jenis *mineral* yang cenderung tidak beraturan.

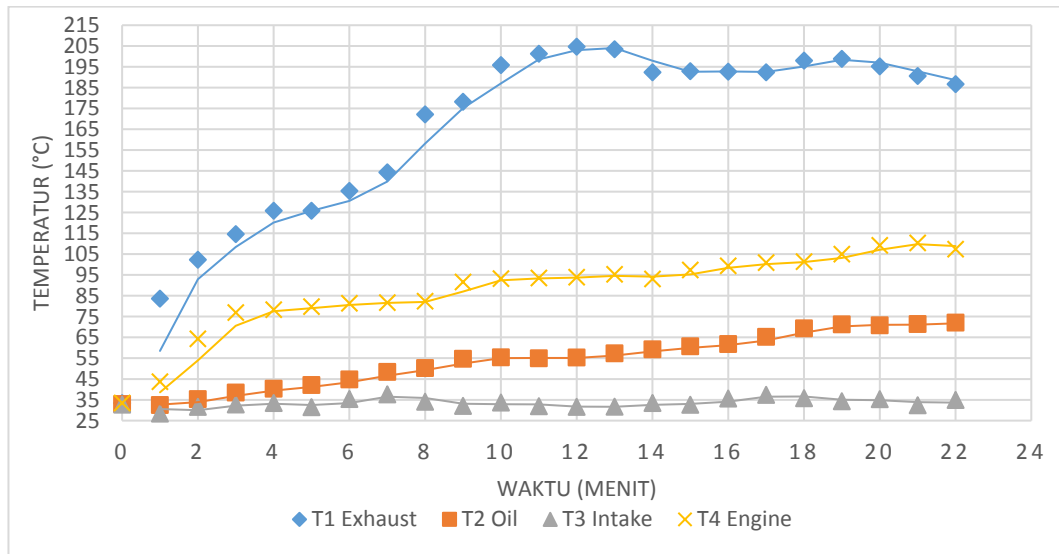
4.4 Hasil Data Pengujian Temperatur Kerja

Temperatur kerja disini akan di uji sebagaimana untuk mematokkan /menstandarisasi kinerja sebuah kendaraan pada saat berjalan normal, dan diketahui bahwa temperatur ini diuji meliputi parameter *intake* dari suhu udara masuk, *exhaust* dari suhu udara keluar, *engine* dari suhu mesin motor, serta, *oil* dari suhu oli itu sendiri, mencakup beberapa parameter akan memudahkan untuk menguji nilai torsi dan daya pada saat nantinya.

4.4.1 Pengaruh Kinerja Motor Terhadap Temperatur Kerja

Pada dasarnya setiap kendaraan / merk motor memiliki nilai suhu yang berbeda-beda, keluaran dari pabriknya masing-masing membuat efisiensi suhu juga tidak bisa ditentukam, karena dari segi kualitas mesin bahkan tahun pembuatan mesin. Pada pengujian ini memakai motor Honda Beat 110 cc dengan tahun pembuatan 2008, yang sekiranya untuk kecocokan oli terhadap motor sudah bisa dibilang modern, dan cocok pada oli keluaran terbaru dengan API kategori SL dan SJ. Tetapi untuk memasukkan oli ke dalam mesin Honda Beat ini

disarankan tidak sembarang merk oli, karena mesin dengan kinerja yang baik berbanding lurus dengan seringnya kegunaan merk oli yang dipakai. Pengujian ini memakai merk oli standard dari Honda Beat 2008, yaitu AHM keluaran dari pabrik Astra Honda Motor sendiri. Berikut grafik kinerja motor terhadap suhu kerja normalnya :



Gambar 4.6 Kinerja Motor Dari Beberapa Parameter Terhadap Suhu

Pengukuran terhadap parameter dilakukan dengan menggunakan alat *Thermocouple Thermometer* tipe K dengan 4 *Channel* dimana batas suhunya diatas 100°C, pada alat ini dipasang pada bagian suhu *exhaust* (T1), *oil* (T2), *intake* (T3), dan *engine* (T4). Dilihat pada **Gambar 4.6** adalah hasil dari pengukuran temperatur kerjanya dimana untuk mengetahui temperatur stabilnya, dilihat dan diukur berdasarkan kestabilan suhunya, dan tidak berdasarkan waktu yang dicapainya, pengujian ini hanya membutuhkan waktu sekitar 22 menit saja dengan berjalan normal pada kecepatan konstan sekitar ± 40 km/jam dan pada jalan yang lurus, agar mempermudah pengujian berlangsung, pengujian ini di uji dengan percobaan sampai 22 kali atau bisa dikatakan 1 menit dengan kecepatan konstan langsung dicatat pada percobaan pertama, begitu pula seterusnya sampai melihat adanya kestabilan saat pengukuran.

Pada suhu *intake* / udara masuk (*in*) terletak di bagian *manifold*, tentu dalam definisinya udara masuk ini adalah udara dingin, pada hasilnya suhu rata-rata

intake dari percobaan 1 hingga percobaan 22 kali adalah 33,1°C, dimana nilai suhu ini hampir sama dengan suhu sekitar sesaat sebelum dihidupkan mesinnya yaitu 32,8°C. ini artinya suhu *intake* berada pada *linier* terhadap suhu lingkungan. Berbeda halnya pada temperatur *exhaust*, *oil* serta *engine* dimana suhu ini mengalami kenaikan seiring dihidupkannya mesin hingga jalan normal pada kecepatan konstan, dan dapat ditemukan suhu stabilnya sebagai berikut :

Tabel 4.2 Suhu Stabil Temperatur Kerja

Pengujian Temperatur Kerja Normal pada Honda beat tahun 2008					
Parameter	Waktu (menit)	Temperature (°C)			
		T1 Exhaust	T2 oil	T3 Intake	T4 Engine
saat mesin on	10	195,8	55,4	33,7	93,2
	11	201,3	54,9	31,9	93,5
	12	204,7	55,3	31,6	93,9
	13	203,4	57,3	31,7	95,3
	14	192,4	59,2	33,5	93,1
	15	192,9	60,7	32,6	97,4
	16	192,7	61,8	35,6	99,4
	17	192,4	65,2	37,4	100,9

Pada Tabel 4.2 ditemukan bahwa yang dicetak berwarna kuning adalah posisi dimana masing-masing parameter mengalami kestabilan suhu. Pada menit 14 hingga 17, suhu *exhaust* mengalami kestabilan sebesar $\pm 192,4^{\circ}\text{C}$ dan pada menit 10 hingga 12 suhu oli mengalami kestabilan sebesar $\pm 55,4^{\circ}\text{C}$ dan pada menit 11 hingga 13 suhu *intake* mengalami kestabilan sebesar $\pm 31,6^{\circ}\text{C}$ terakhir pada menit 10 sampai dengan 14, suhu *engine* mengalami kestabilan sebesar $\pm 93,2^{\circ}\text{C}$. Pengukuran ini dilakukan berdasarkan 2 cara, pertama cara mengukur melihat kestabilan dari semua parameter dan ditentukan pada menitnya, dengan artian waktu adalah sebagai patokan pada beberapa parameter untuk mencapai suhu kestabilannya, dan kedua temperatur kerja ini diukur untuk menentukan langkah awal pengujian torsi dan daya, maka parameter yang digunakan tidaklah semua, karna suhu itu bersifat fluktuatif / tidak konsisten, karena itu parameter sebagai patokan adalah yang paling utama suhu oli, kemudian suhu mesin dan suhu knalpot / gas buang. Perlu diketahui bahwa suhu pengukuran dari beberapa

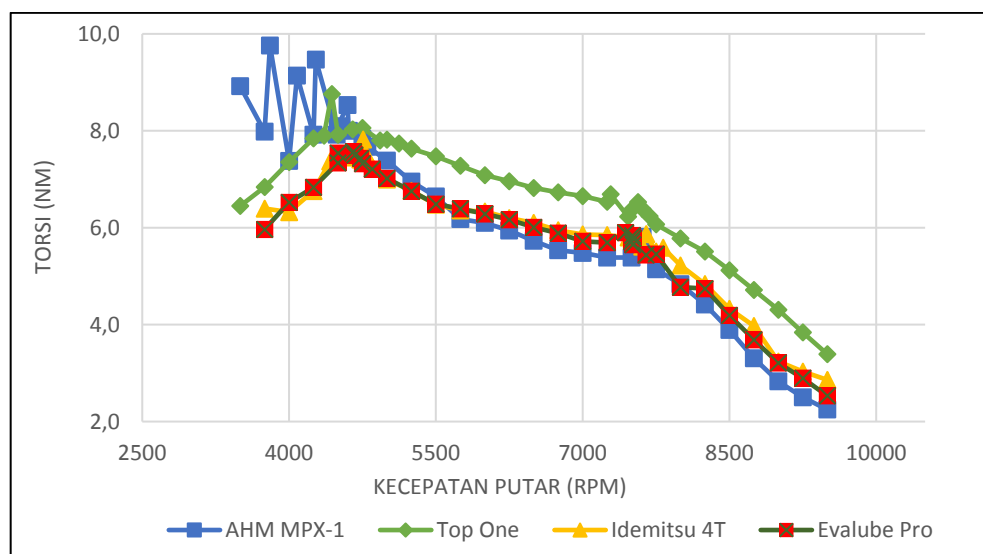
parameter diatas bisa saja masih mengalami kenaikan, dalam tempo berjam-jam, tetapi pengujian ini di analisa untuk menemukan titik kestabilan saja.

4.5 Hasil Data Pengujian *Dynotest*

Pada pengujian *dynotest* ini untuk mengetahui kinerja dari mesin motor Honda Beat tahun 2008, dimana pengujian utamanya berupa torsi dan daya dengan beberapa minyak pelumas yaitu *MPX-1*, *Evalube Pro*, *Idemitsu*, serta *Top One* diuji seiring dengan pengaruh bahan bakar serta temperatur pada beberapa parameter. Pengujian ini memakai bahan bakar *pertalite* dengan RON 90.

4.5.1 Pengaruh Minyak Pelumas Terhadap Torsi

Pengujian torsi merupakan pengujian yang secara umum untuk mengetahui seberapa besar tenaga dan ketahanan motor tersebut dalam melaju, dapat diartikan bahwa torsi ini memiliki peranan yang sangat penting bagi kelangsungan mesin motor, bagaimana tidak, besar atau kecilnya nilai torsi berbanding lurus dengan perubahan letak suatu kendaraan dari titik yang satu ke titik yang lainnya dengan dipengaruhi oleh percepatan / putaran poros mesin. Sebuah minyak pelumas pada kinerja mesin juga mempengaruhi putaran poros mesin / kecepatannya, untuk itu pengujian ini dilakukan dalam beberapa minyak pelumas dengan perbedaan jenis pelumasnya, sebagai berikut :



Gambar 4.7 Pengaruh Nilai Torsi Terhadap Beberapa Pelumas

Pelumas yang akan diuji berupa jenis *synthetic*, *semi-synthetic*, *mineral*, dan *full-synthetic* semua akan di uji dan menentukan kualitas / keunggulan dari masing-masing pelumas terhadap motor tersebut. Pada **Gambar 4.7** dapat diketahui bahwa nilai torsi tertinggi adalah pada pelumas *AHM MPX 1 4T* dengan jenis Semi Sintetik, jenis ini paling baik dari pada ketiga jenis lainnya. Dalam arti bahwa semakin tinggi nilai torsi yang didapat didalam mesin maka semakin baik dalam hal kecepatan / akselerasi, dan tarikan pada suatu gas menjadi lebih mudah dan enteng. Pada sebuah mesin khususnya kendaraan bermotor ingin sekali kendaraan tersebut memiliki kecepatan dari pada biasanya, dari mula-mula dalam keadaan diam, hingga berjalan dalam kecepatan (m/s) tertentu, tetapi perlu diingat bahwa keunggulan dari pelumas terhadap besarnya nilai torsi di suatu mesin tidak selamanya terjadi, sehingga diperlukan adanya daya. Pada teorinya nilai torsi sebanding lurus dengan nilai daya yang dihasilkan. Pada nilai torsi terendah adalah pada pelumas *evalube pro* dengan jenis *synthetic*, pelumas ini paling buruk daripada ketiga jenis lainnya dalam hal kecepatan terhadap motor Honda Beat 2008, menurut peneliti dan direkomendasi dari hasil penelitian *dynotest*. Meski secara garis besar jenis *synthetic* lebih baik dalam hal untuk mesin berteknologi baru dan bermesin turbo, *supercharged* dan *double over head camshaft* (DOHC) dan bisa dilihat juga dari struktur molekul-molekul dari jenis *synthetic* lebih seimbang dan konstan ketimbang jenis *mineral* yang tidak beraturan.

Pengolahan data pada hasil pengujian dapat dilihat dengan cara membandingkan beberapa pelumas pada kecepatan kenaikan torsi dimana perhitungan ini memperlihatkan bagaimana pada pengujian torsi dimulai dari kecepatan 4250 rpm untuk semua pelumas dan akan ditemukan nilai maksimal torsi yang dimiliki dari pelumas tersebut, berikut rinciannya :

Contoh perhitungan kecepatan kenaikan torsi pada pelumas *Top One* :

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } \mu &= \frac{(T \text{ max} - T \text{ min}) \text{ N.m}}{(\text{Kecepatan putar max} - \text{Kecepatan putar min}) \text{ rpm}} \\ &= \frac{(8.02 - 6.70) \text{ N.m}}{(5824 - 4250) \text{ rpm}} \\ &= 8.37 \times 10^{-4} \text{ N.m/rpm} \end{aligned}$$

Dan dapat dimuat dalam tabel berikut :

Tabel 4.3 Kecepatan Kenaikan Torsi

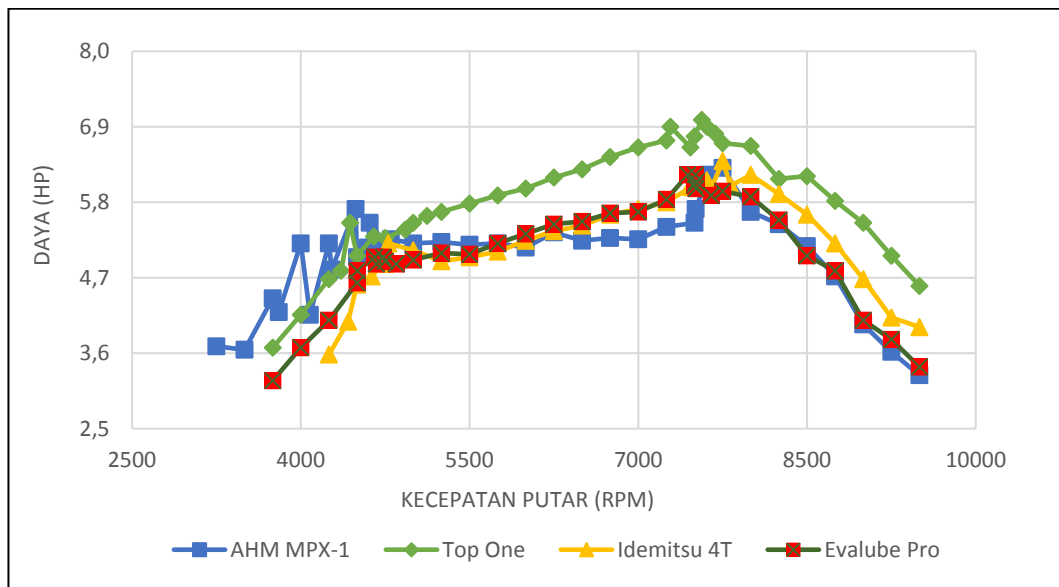
Sampel Oli	Rpm Max ke-	Torsi Maksimum (N.m)	Rpm Min ke-	Torsi Minimum (N.m)	Kecepatan Naiknya Torsi (N.m/Rpm)
<i>Top One</i>	9500	8,76	3500	3,392	$8,94 \times 10^{-4}$
<i>Idemitsu 4T</i>	9500	8,76	3750	3,392	$9,33 \times 10^{-4}$
<i>Evalube Pro</i>	9500	7,57	3750	2,535	$8,75 \times 10^{-4}$
<i>MPX-1</i>	9500	9,76	3000	2,248	$1,15 \times 10^{-3}$

Pada **Tabel 4.3** adalah hasil perhitungan data torsi dan kecepatan rpm. Dimana nilai torsi maksimum yang dimiliki sampel *MPX-1* justru lebih tinggi daripada jenis sampel *Evalube Pro* dan *Idemitsu 4T*. Dalam artian jenis *Semi-synthetic* ini walaupun memiliki torsi yang baik dibanding dengan pelumas lainnya tetapi dalam segi kenaikan torsi secara signifikan / kecepatan dari diam hingga berjalan masih kalah. Lain halnya pada pelumas *Idemitsu 4T* dimana paling besar terhadap kecepatan naiknya torsi yang memiliki nilai sebesar $9,33 \times 10^{-4}$ N.m/rpm. Meski jenis *Mineral* ini adalah oli dengan viskositas yang encer tetapi inilah keunggulan dari pelumas tersebut, memiliki nilai torsi yang sedang dibandingkan kedua jenis yang unggul tidak berpengaruh besar terhadap laju kecepatan motor ini, justru ketika dalam keadaan *stater* hingga pada kecepatan tertentu akselarasinya makin besar dan kencang. Pada pelumas *MPX-1* menghasilkan data sangat rendah sebesar $1,15 \times 10^{-3}$ N.m/rpm, dikarenakan dilihat dari torsi minimum berada jauh dibawah peluas-pelumas lainnya, sehingga yang dihasilkan terhadap mesin berdampak kurang baik.

4.5.2 Pengaruh Minyak Pelumas Terhadap Daya

Pengujian daya merupakan ketahanan suatu tenaga yang dihasilkan nilai torsi terhadap motor Honda Beat untuk memperlihatkan seberapa lama mesin bertahan. Daya atau bisa disebut HP (*Horse Power*) ini masi bergantung pada torsi. Bagaimana tidak sebagai contoh jika suatu motor dalam keadaan diam lalu

kemudian berjalan pada kecepatan 15 km/jam maka untuk mengetahui nilai HP nya adalah seberapa besar usaha mesin dalam menjaga laju kecepatannya secara konstan dan tetap 15 km/jam. Jika torsi berpengaruh pada minyak pelumas, begitu pula pada HP juga dipengaruhi, berikut data hasil pengujian pada HP :



Gambar 4.8 Pengaruh Nilai Daya Terhadap Beberapa Pelumas

Dapat dilihat pada **Gambar 4.8** dinyatakan bahwa daya berbanding lurus pada nilai torsi, dimana pada pelumas *Top One* dengan jenis *full syntetic* berada paling tinggi daripada lainnya, yang memiliki nilai maksimum daya sebesar 7,0 HP pada rpm ke 7565. Dimana pelumas lainnya *Idemitsu 4T* memiliki nilai maksimum daya sebesar 6,4 HP pada rpm ke 7750 sedangkan pelumas *MPX-1* memiliki nilai maksimum daya 6,4 HP pada rpm ke 7750. Dan terakhir pelumas *Evalube Pro* dengan memiliki nilai daya sebesar 5,9 HP pada rpm ke 7508. Dapat disimpulkan bahwa nilai daya paling rendah ada pada jenis *synthetic* yang memiliki nilai daya sebesar 5,9 HP, ini menyatakan bahwa ketahanan terhadap kecepatan masih kalah dengan jenis *mineral* dan *full-synthetic*.

Pada dasarnya sebuah mesin tidak memproduksi daya, dimana torsi dihasilkan dari energi panas hasil dari pembakaran bahan bakar dengan udara. Dan setelah mesin dijalankan akan menghasilkan torsi dengan melibatkan pada jarak dan waktu, sejauh kendaraan berjalan pada kecepatan tertentu disinilah nilai

daya diperhitungkan, jadi meskipun nilai torsi maksimum menurun seiring kenaikan dari rpm nya, nilai daya tetap bertambah sampai pada titik dimana kurva torsi menurun secara signifikan. Besarnya suatu daya bisa dipertahankan selama nilai dari torsi itu sendiri tidak mengalami penurunan secara drastis, karena nilai daya sangat bergantung pada nilai torsi dan kecepatan / rpm.

4.6 Hasil Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Pengujian ini untuk mengukur hematnya konsumsi bahan bakar dari beberapa minyak pelumas, pengukuran ini dilakukan dengan metode uji jalan dan saat pengukuran di *dynotest*, untuk bahan bakar yang akan digunakan pada pengujian ini adalah *pertalite* RON 90. Dengan menganalisa minyak pelumas jenis *synthetic*, *semi-synthetic* *full-synthetic* serta *mineral* terhadap motor Honda Beat tahun 2008. Metode uji jalan ini tidak sembarang jalan, dimana untuk menguji dilakukan ditempat tertentu yaitu di stadion sultan agung bantul dengan cara mutar-mutar pada jalan yang sudah ditentukan. Dan saat di *dynotest* pengukuran ini dilakukan di HMMC.

4.6.1 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar di Stadion

Pada pengujian ini dilakukan di stadion dimana dihasilkan berupa jarak dan kecepatan yang telah direkomendasikan dan juga hasil konsumsi bahan bakar terhadap beberapa pelumas, hasil data tersebut nantinya diolah dengan perhitungan dan di analisa dari kelebihan masing-masing pelumas

4.6.1.1 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Dalam pengujian ini di temukan hasil data eksperimen dengan menggunakan alat buret dengan ketelitian sampai dengan 0,03 cm³ data yang diperoleh dari masing-masing pelumas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Data Pengukuran Bahan Bakar

Sampel Oli	Jarak (km)	Waktu (Menit)	Kecepatan (km/jam)	Volume BBM (Liter)
<i>Evalube Pro</i>	4	7:02	--+40	0,0905
	4	7:08	--+40	0,0902
	4	7:11	--+40	0,0921
	4	7:17	--+40	0,0924
	4	7:15	--+40	0,0821
<i>Idemitsu 4T</i>	4	7:06	--+40	0,086
	4	7:20	--+40	0,089
	4	7:17	--+40	0,088
	4	7:10	--+40	0,089
	4	7:09	--+40	0,092
<i>Ahm MPX-1</i>	4	7:12	--+40	0,0939
	4	7:09	--+40	0,095
	4	7:15	--+40	0,088
	4	7:19	--+40	0,097
	4	7:17	--+40	0,086
<i>Top One</i>	4	7:12	--+40	0,0915
	4	7:15	--+40	0,0918
	4	7:10	--+40	0,0926
	4	7:15	--+40	0,093
	4	7:11	--+40	0,085

Dan perumusan untuk menentukan konsumsi bahan bakar minyak adalah :

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

s = Jarak Tempuh (km)

v = Volume bahan bakar yang digunakan (liter)

Jika :

s = 4.01 km (Dapat dilihat pada **Tabel 4.4**)

v = 0,0689 liter

maka :

$$K_{bb} = \frac{4.01 \text{ km}}{0,0689 \text{ liter}}$$

$$= 58,20 \text{ km/liter}$$

Tabel 4.5 Hasil Data Perhitungan Bahan Bakar

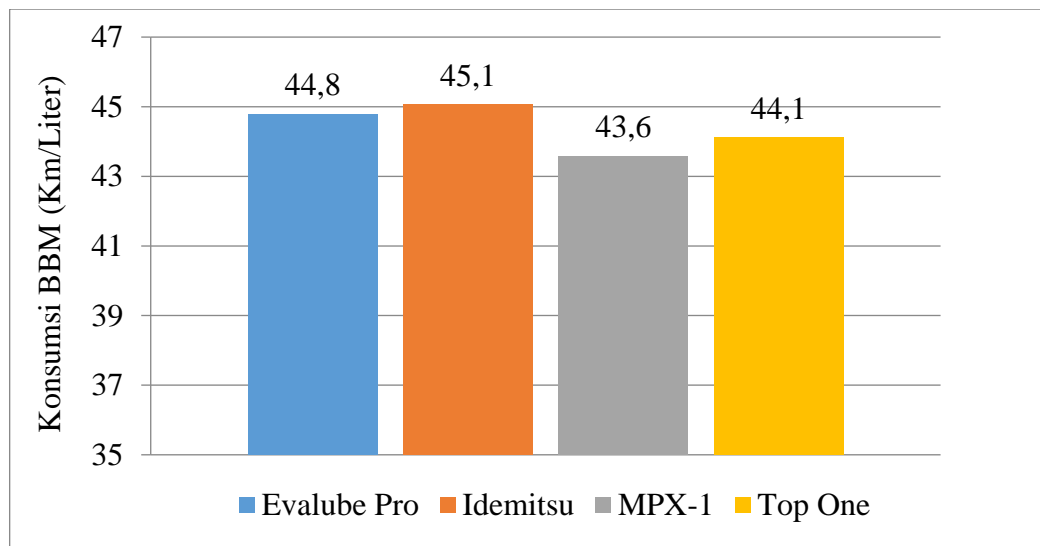
Sampel Oli	Konsumsi BBM (km/liter)	Rata-Rata KBB
<i>Evalube Pro</i>	44,1989	44,79739
	44,3459	
	43,43105	
	43,29004	
	48,72107	
<i>Idemitsu 4T</i>	46,51163	45,06641
	44,94382	
	45,45455	
	44,94382	
	43,47826	
<i>Ahm MPX-1</i>	42,59851	43,58141
	42,10526	
	45,45455	
	41,23711	
	46,51163	
<i>Top One</i>	43,71585	44,11099
	43,57298	
	43,19654	
	43,01075	
	47,05882	

Berdasarkan tabel diatas merupakan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dimana jarak dan volume bahan bakar menjadi acuan pada perhitungannya. Hasil rata-rata KBB nantinya akan membandingkan beberapa minyak pelumas dalam hal kehematan terhadap kinerja motor melalui diagram

4.6.1.2 Analisa Konsumsi Bahan Bakar

Pada **Tabel 4.4** diketahui bahwa pengukuran dilakukan pada lintasan tidak lurus, dan dilakukan pengujian dengan cara bolak-balik. Dengan jarak konstan pada setiap pengujian adalah 4,0 km dan kecepatan kurang lebih 40km/jam. Pada parameter waktunya dipastikan berbeda-beda, dikarenakan pengujian tidak berjalan lurus, dan ketika di tikungan akan mempengaruhi kecepatan dan juga

waktu, tetapi tidak untuk jarak. Dilihat dari tabel tersebut hasil pengukuran konsumsi bahan bakar cenderung fluktuatif / naik turun seiring banyaknya percobaan yang dilakukan, ini terjadi karena berpengaruh pada cuaca yang tidak stabil, semakin rendah suhu ruangan maka konsumsi bahan bakar rendah begitu pula sebaliknya. Dan hasil perhitungan juga dilihat dari **Tabel 4.5** dimana jarak dan volume bahan bakar berbanding lurus dari efisiensi kehematan suatu bahan bakar yang diterima motor tersebut. Dimana hasilnya menyatakan bahwa pelumas *Idemitsu 4T* jenis *Mineral* lebih hemat dari pada pelumas jenis lainnya, dengan nilai konsumsi bahan bakarnya rata-rata sebesar 45,06 km/liter. Pada pelumas *MPX-1* memiliki konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 43,58 km/liter, kemudian pada pelumas *Top One* mempunyai nilai konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 44,11 km/liter. Terakhir pelumas ini yang paling boros diantara pelumas lainnya adalah *evalube pro* memiliki nilai konsumsi bahan bakarnya sebesar 44,79 km/liter, dan masing-masing pelumas dibuat diagram perbandingan, sebagai berikut :



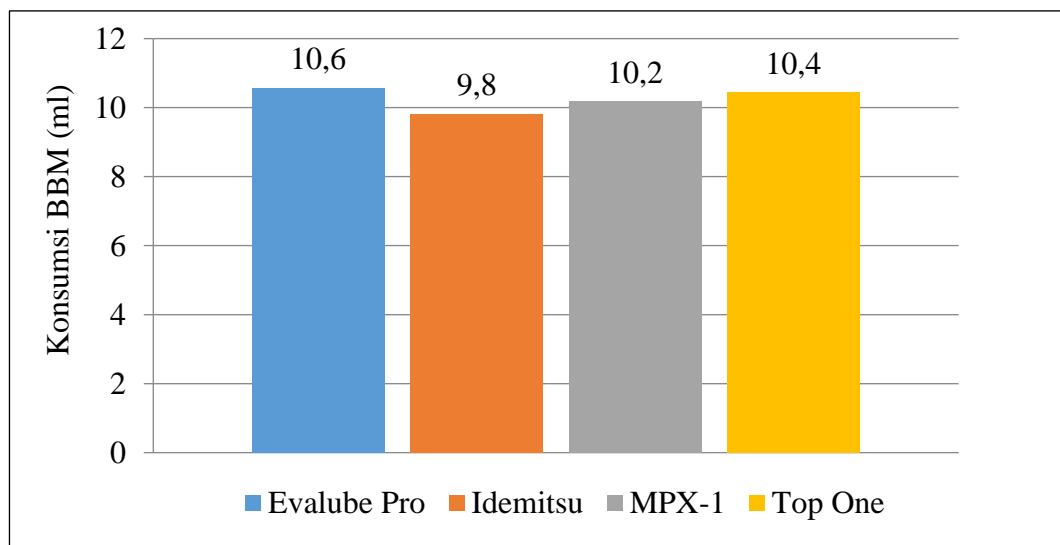
Gambar 4.9 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar di Stadion

Pada **Gambar 4.9** diperjelas dengan adanya diagram perbandingan jenis-jenis pelumas yang telah diuji merupakan sebuah deskripsi bagaimana motor Honda Beat 2008 ini memperlakukan pelumas berdasarkan kehematan BBM dan perlu diketahui bahwa diagram ini tidak menentukan pelumas tersebut dalam keadaan

hemat BBM, hanya saja kecocokan dari masing-masing motor terhadap pelumas yang dimiliki setiap orang pasti berbeda-beda. Pada diagram diatas membuktikan pada kualitas pelumasnya yaitu *syntetic* dengan menghematkan bahan bakar di motor Honda Beat 2008. Meski partikel molekul yang ada pada *syntetik* tidak beraturan tetapi penyerapan terhadap konsumsi bahan bakar terjadi kehematan dibanding jenis *mineral* yang memiliki partikel molekul yang seimbang.

4.6.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar di *Dynotest*

Pengukuran ini pada saat pengujian torsi dan daya berlangsung, dimana masing-masing pelumas di uji, pengukuran tersebut berupa 5 kali percobaan, sesuai dengan rata-rata pengambilan torsi dan daya, kemudian konsumsi bahan bakar di catat pula, guna untuk mendapatkan nilai efisiensi dari pengukuran bahan bakar saat uji *dynotest*. Dari hasil pengukuran pada beberapa pelumas, di rangkum dalam diagram, sebagai berikut :



Gambar 4.10 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar di *Dynotest*

Dapat diketahui pada **Gambar 4.10** perbandingan dari beberapa pelumas untuk mengefisiensikan dan menunjukkan kehematan saat di bandingkan dari beberapa pelumas untuk mengefisiensikan dan menunjukkan kehematan saat di *dynotest*, hasilnya bahwa pelumas *Evalube pro* jenis *synthetic* lebih hemat daripada pelumas lainnya dihitung berdasarkan rata-rata hasil percobaan. Dan

dapat diklarifikasi bahwa pelumas ini baik dalam hal penghematan konsumsi bahan bakar, seperti pengukuran sebelumnya meski masih kalah di bawah *Top One* saat pengukuran di Stadion, tetapi pelumas ini masih baik dalam menjaga kekentalan pelumasnya dibanding pelumas jenis *Semi syntetic*. Dan pada pelumas *Idemitsu* dikatakan paling boros dalam hal konsumsi bahan bakar, bukan hanya pada pengukuran di Stadion tetapi pengukuran saat di *dynotest* masih tetap boros, hal ini menyangkut dari kandungan yang dimiliki jenis *mineral*.

4.6.3 Pengaruh Temperatur Terhadap Beberapa Pelumas di Stadion

Pengukuran temperatur dari beberapa minyak pelumas juga diperhitungkan, karena kualitas suatu minyak pelumas bukan hanya kekentalan dan kehematan terhadap motor tersebut saja tetapi pada ketahanan suhu ketika mesin beroperasi juga di ukur, guna untuk mengetahui seberapa tahan pelumas tersebut menghadapi kenaikan suhu. Pengukuran temperatur pelumas ini dalam beberapa jenis yaitu *synthetic*, *full-synthetic*, *mineral*, dan *semi-synthetic*. Berikut adalah hasil pengukuran

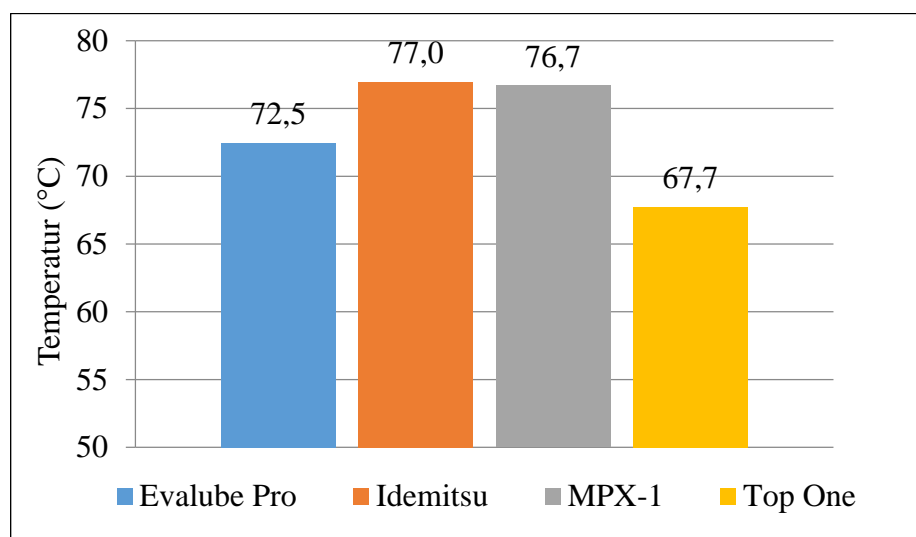
Tabel 4.6 Hasil Data Pengukuran Temperatur Bahan Bakar

Sampel Oli	Jarak (km)	Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Rata-Rata Temp (°C)
<i>Evalube Pro</i>	4	07:02	69,1	72,48
	4	07:08	70,1	
	4	07:11	72,4	
	4	07:17	75,2	
	4	07:15	75,6	
<i>Idemitsu 4T</i>	4	07:06	71,4	76,98
	4	07:20	74,1	
	4	07:17	76,1	
	4	07:10	80,2	
	4	07:09	83,1	

Tabel 4.6 Hasil Data Pengukuran Temperatur Bahan Bakar (lanjutan)

Sampel Oli	Jarak (km)	Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Rata-Rata Temp (°C)
<i>Ahm MPX-1</i>	4	07:12	71,8	76,7
	4	07:09	73,3	
	4	07:15	75,6	
	4	07:19	80,6	
	4	07:17	82,2	
<i>Top One</i>	4	07:12	63,1	63,74
	4	07:15	65,2	
	4	07:10	68,1	
	4	07:15	70,1	
	4	07:11	72,2	

Pada **Tabel 4.6** merupakan hasil pengukuran suhu dari setiap sampel pelumas yang telah di uji, dilihat dari hasilnya tidak terlalu signifikan, dikarenakan pada standarisasi SAE beberapa pelumas sama yaitu 10W-30. Pada kekentalan SAE tersebut juga mempengaruhi kehematan bahan bakar sekaligus ketahanan terhadap temperatur, pengukuran ini dilakukan setelah melakukan pengujian bahan bakar lalu diukur hasil suhu tersebut. Hasil dari pengukuran ini dirangkum didalam diagram, berikut penjelasannya :



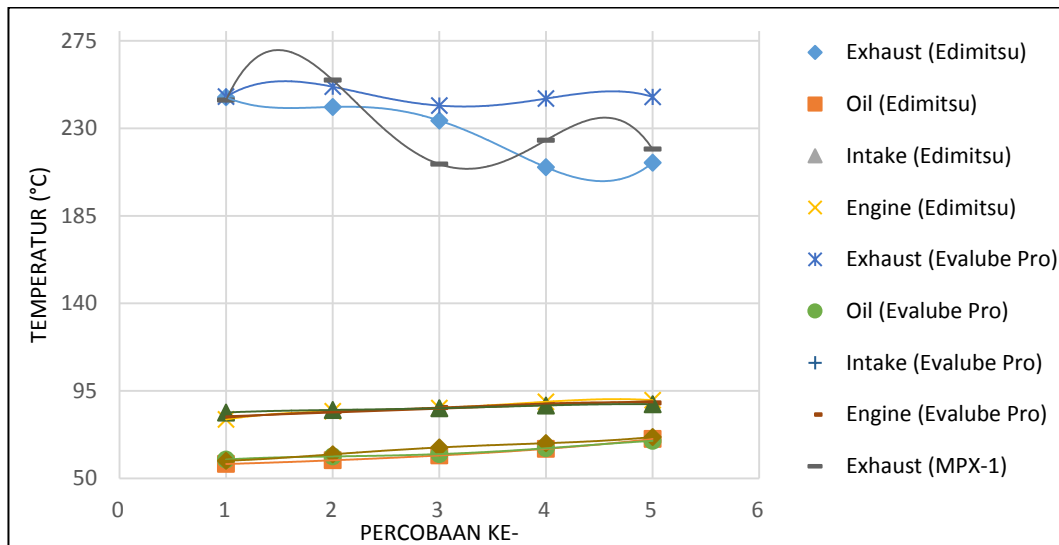
Gambar 4.11 Perbandingan Temperatur Bahan Bakar

Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan kenaikan suhu dari percobaan 1 hingga 5 dan rata-ratakan dengan maksud mengambil *mean* nya. Pada pengujian ini pelumas *Idemitsu 4T* paling besar temperaturnya sebesar 77,0°C pelumas ini jenis *mineral* dimana kandungan bahan dasarnya (*base oil*). Kemudian pelumas dengan temperatur panas kedua adalah pelumas *evalube pro* dengan nilai temperatur sebesar 72,5°C ketiga pada pelumas *MPX-1* dengan nilai temperatur 76,7°C, dan terakhir suhu paling rendah adalah pelumas *Top One* adalah 67,7°C.

Dapat diketahui bahwa pada pengujian konsumsi bahan bakar, minyak pelumas *Idemitsu 4T* juga paling irit diantara pelumas lainnya, tetapi dengan kenaikan suhu yang terjadi, pelumas ini paling panas. Ini membuktikan bahwa semakin besar nilai suhu yang terjadi maka sebanding lurus dengan kehematan bahan bakar. Pada *mineral* membuktikan meski pelumas ini dengan struktur molekul yang tidak seimbang, tetapi pada sisi lain memiliki keunggulan untuk mempengaruhi mesin motor Honda Beat tahun 2008. Disisi yang paling bagus dan efisien adalah pelumas *Top One* dikarenakan pada kenaikan suhu yang telah di uji, pelumas ini paling rendah saat kendaraan di uji 4,0 km daripada pelumas lainnya, dan membuktikan bahwa kandungan yang memiliki kandungan 100% *additive* atau tanpa kandungan mineral mempengaruhi kestabilan suhu, begitu pula saat ketahanan konsumsi bahan bakar yang memiliki kehematan yang sedang dibanding dengan jenis *semi-synthetic* dan *idemitsu 4T* itulah sebabnya dari segi harga adalah jenis ini paling mahal daripada jenis lainnya dan kecocokan mempengaruhi untuk perjalanan yang jauh.

4.6.4 Pengaruh Temperatur Terhadap Beberapa Pelumas di *Dynotest*

Pengukuran 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 berupa *intake*, *exhaust*, *oil* dan *engine* pada masing-masing diberi kabel termokopel sebagai penempatan pada parameter tersebut berupa T1, T2, T3, dan T4. Berikut grafik perbandingan parameter terhadap suhu tersebut :



Gambar 4.12 Perbandingan Temperatur Terhadap Beberapa Parameter

Pengukuran ini mengikuti grafik Temperatur Kerja, dimana penempatan suhu termokopel di tempatkan di beberapa parameter sesuai prosedur sebelumnya, dan pengukuran ini juga melibatkan beberapa jenis pelumas. Dengan maksud agar pengukuran sebanding lurus dengan temperature kerja yang telah di uji. Pengujian ini diuji setelah mencapai titik dimana kestabilan suhu saat pengujian temperatur kerja tercapai, lalu pengujian ini berlangsung di selang dalam beberapa percobaan. Pada **Gambar 4.12** dinyatakan bahwa *exhaust* memiliki temperature paling tinggi karena parameter ini merupakan gas buang, berbanding terbalik pada parameter gas masuk / *intake*. Suhu *oil* berada di bawah suhu *engine*, karena oli bersifat mendinginkan mesin. Dan untuk lebih jelasnya masing-masing parameter dan beberapa pelumas akan di jelaskan secara terperinci, tetapi parameter yang akan dijelaskan hanya parameter “*oil*” karena pada pembahasan kali ini adalah tentang minyak pelumas pada sub perbandingan temperatur kerja dan temperatur *dynotest* terhadap pelumas.

4.7 Hasil Data Perbandingan

Setelah melakukan pengujian pada viskositas, konduktivitas, temperatur kerja, *dynotest* serta konsumsi bahan bakar, maka pada hasil-hasil tersebut akan

dibuat perbandingan, dimana untuk menunjukkan kelebihan dari masing-masing pelumas dengan grafik dan analisa. Berikut rincian perbandingannya :

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Keseluruhan

Sampel Oli	Rata-Rata Konduktivitas (W/m.K)	Rata-rata Viskositas (Mpa.s)	Torsi Max (N.m)	Daya Max (HP)	Konsumsi BBM (km/liter)	Temp Oli (°C)
Ahm MPX-1	0,1283	50,96	9,76	6,3	43,58	76,7
Evalube Pro	0,1272	53,48	7,57	6,2	44,79	72,48
Top One	0,1319	42,71	8,76	7	44,11	67,74
Idemitsu 4T	0,1414	50,63	7,82	6,4	45,06	76,98

Tabel 4.7 menunjukkan hasil data keseluruhan pengujian dimana akan mempermudah dalam pengambilan data untuk perbandingan nantinya. Dan bahan yang diuji berupa pelumas *MPX-1*, *Evalube Pro*, *Idemitsu 4T* dan *Top One* dengan berbagai jenis yang dimilikinya.

4.7.1. Analisa Data Hasil Perbandingan Pengujian

Hasil tertinggi dari konduktivitas termal 0,1414W/m.K adalah pelumas idemitsu 4T dan untuk torsi yang dihasilkan pelumas idemitsu 4T sebesar 7,82N.m sedangkan daya yang dihasilkan sebesar 6,4HP untuk daya lebih tinggi dari pelumas Top One sebesar 7HP karena pelumas Top One jenis oli full sintetis yang merupakan hasil terbersih dari pemilihan oli mineral dan tidak mudah menguap. Untuk temperature pelumas Top One menghasilkan nilai terendah 67,74°C karena jenis pelumas full sintetis memiliki viskositas rendah dibandingkan dengan pelumas lain, karena viskositas rendah pelumas bisa melumasi bagian mesin yang susah di jangkau sedangkan pelumas jenis sintetis evalube pro nilai viskositas paling tinggi dengan nilai 53,48Mpa.s daya dan torsi mempunyai nilai yang rendah di bandingkan dengan pelumas Top One tetapi pelumas evalube pro nilai temperature rendah dibandingkan idemitsu 4T karena pelumas evalube pro mempunyai kekentalan yang tinggi, pelumas evalube pro bias tahan lebih lama dibandingkan dengan idemitsu 4T berjenis mineral, untuk pelumas AHM Mpx1 berjenis semi sintetis pelumas Ahm mpx 1 rekomendasi

untuk motor honda untuk nilai konduktivitas rendah 0,1283W/m.K tetapi masih rendah pelumas evalube pro dan nilai viskositas 50,96 Mpa.s hampir sama dengan pelumas idemitsu 4T untuk torsi pelumas Ahm mpx 1 mempunyai nilai paling tinggi 9,76N.m dibandingkan beberapa jenis oli lainnya.

Seperti penelitian Inang (2017) ini bahwa jenis *Full syntetic* lebih unggul nilai viskositasnya terhadap suhu tinggi, dan jenis ini juga mempunyai zat berupa *ISO Polymerized Synthetic Base Oil* dimana akan menjada kekentalannya yang menjadikan mesin lebih responsive dan akselerasinya menjadi lebih maksimal. Pelumas jenis full sintetic juga bagus buat perjalanan jauh dan suhu yang panas dan harga untuk pelumas berjenis full sintetik lumayan mahal dibandingkan jenis pulamas yang lain